



# Системы торможения и стабилизации

Программа самообучения

## Введение

Водитель транспортного средства сегодня всё чаще попадает в критические ситуации, справиться с которыми самостоятельно с помощью своих умений и опыта он может не всегда.

**Кризисные ситуации в большинстве случаев возникают по следующим причинам:**

- растущие интенсивность и скорость дорожного движения;
- климатические условия;
- техническое состояние автомобиля.

В течение последних тридцати лет производители автомобилей и поставщики тормозных систем реагируют на эту ситуацию, разрабатывая системы торможения и стабилизации, которые помогают водителям справиться с некоторыми из этих критических ситуаций.

Эти системы вместе с ремнями и подушками безопасности относятся к важнейшим элементам системы активной безопасности.

### **Мифы о системах безопасности**

Из-за слабой информированности о принципах действия вспомогательных систем в среде любителей функционирует множество слухов. К числу наиболее часто звучащих мифов относятся следующие неправильные высказывания:

- система ABS увеличивает тормозной путь;
- с помощью быстрого, прерывистого торможения систему ABS можно заменить;
- система ESC вмешивается в управление автомобилем преждевременно и неточно;
- система ESC способна устранить для водителя любую критическую ситуацию в ходе движения.



SP88\_05

# Содержание

<b>1. Значение систем торможения и стабилизации.....</b>	<b>5</b>
1.1. Повышение активной безопасности автомобиля.....	5
1.2. Облегчение поездки и повышение комфортабельности движения.....	5
<b>2. Элементы активной безопасности автомобиля.....</b>	<b>6</b>
2.1. Системы торможения и стабилизации как конструктивные элементы активной безопасности.....	6
2.2. Место систем торможения и стабилизации в обеспечении безопасности дорожного движения.....	7
<b>3. Категории систем торможения и стабилизации .....</b>	<b>9</b>
3.1. Обзор систем торможения и стабилизации .....	9
3.2. Иерархия систем торможения и стабилизации .....	10
3.3. Применение систем в зависимости от режима движения .....	11
<b>4. Основы динамики движения .....</b>	<b>12</b>
4.1. Окружность трения .....	12
4.2. Проскальзывание шин .....	14
4.3. Процесс торможения.....	15
<b>5. Датчики .....</b>	<b>15</b>
<b>5. Датчики .....</b>	<b>16</b>
5.1. Логика срабатывания датчиков систем торможения и стабилизации .....	16
5.2. Датчики, используемые в контурах систем торможения и стабилизации.....	17
5.3. Протокол обмена данными.....	19
<b>6. Антиблокировочная система (ABS) .....</b>	<b>20</b>
6.1. Функциональные требования к системе ABS .....	20
6.2. Поведение автомобиля без ABS.....	20
6.3. Поведение автомобиля с ABS.....	20
6.4. Компоненты системы ABS .....	21
6.5. Гидравлическая схема ABS.....	22
6.6. Принцип действия ABS .....	23
<b>7. Система электронного распределения тормозных сил (EBV).....</b>	<b>25</b>
<b>8. Функция стабилизации при торможении в повороте (CBC).....</b>	<b>27</b>
<b>9. Функция снижения момента сил, вызывающих рыскание автомобиля (GMB).....</b>	<b>28</b>
<b>10. Антипробуксовочная система (ASR) .....</b>	<b>29</b>
10.1. Компоновка.....	29
10.2. Принцип действия системы ASR.....	30
<b>11. Система регулирования крутящего момента при торможении двигателем (MSR) .....</b>	<b>31</b>
11.1. Описание принципа действия .....	31
<b>12. Электронная система поддержания курсовой устойчивости (ESC) .....</b>	<b>32</b>
12.1. Принцип стабилизации автомобиля с помощью ESC.....	32
12.2. Гидравлическая схема системы ESC .....	34

<b>13. Электронная блокировка дифференциала (EDS)</b> .....	<b>35</b>
13.1. Принцип действия EDS .....	36
<b>14. Расширенная функция блокировки дифференциала (XDS)</b> .....	<b>37</b>
14.1. Компоновка.....	37
14.2 Принцип действия .....	37
<b>15. Гидравлический тормозной ассистент (HBA)</b> .....	<b>38</b>
15.1. Компоновка.....	38
15.2. Описание принципа действия HBA .....	39
<b>16. Функция компенсации падения эффективности торможения Overboost (FBS)</b> .....	<b>40</b>
<b>17. Гидравлический усилитель тормозов (HBV)</b> .....	<b>41</b>
<b>18. Функция стабилизации прицепа (TSA)</b> .....	<b>42</b>
<b>19. Активный ассистент рулевого управления для улучшения курсовой устойчивости автомобиля (DSR)</b> .....	<b>43</b>
19.1 Описание принципа действия .....	43
<b>20. Ассистент трогания на подъёме (HHC)</b> .....	<b>44</b>
<b>21. Функция удаления влаги с тормозных дисков (BSW)</b> .....	<b>45</b>
<b>22. Система контроля давления в шинах (TPM)</b> .....	<b>46</b>
22.1. Описание принципа действия .....	46
<b>23. Ассистент движения на спуске (на бездорожье)</b> .....	<b>47</b>
23.1. Условия активации .....	47
23.2. Условия отключения.....	47
23.3. Ассистент движения на спуске — активация функции.....	48
23.4. Ассистент движения на спуске — проезд перегибов рельефа .....	48
<b>24. Функция ABS-Offroad</b> .....	<b>49</b>
<b>25. Функция EDS-Offroad</b> .....	<b>50</b>
<b>26. Функция ASR-Offroad</b> .....	<b>51</b>
<b>27. Ассистенты торможения и законодательство</b> .....	<b>52</b>
<b>Глоссарий</b> .....	<b>53</b>

# 1. Значение систем торможения и стабилизации

## 1.1. Повышение активной безопасности автомобиля

- сокращение тормозного пути автомобиля;
- увеличение давления в тормозной системе в критических ситуациях (например, при частом или продолжительном интенсивном торможении);
- улучшение управляемости автомобиля;
- улучшение курсовой устойчивости автомобиля;
- улучшение тяги автомобиля.

## 1.2. Облегчение поездки и повышение комфортабельности движения

- помощь при трогании на подъёме;
- система удаления влаги с тормозных дисков;
- система контроля давления в шинах;
- облегчение движения по грунтовым дорогам и на бездорожье.

Согласно исследованию, проведённому в 2004 году концерном Volkswagen, оборудование всех автомобилей модулем электронной системы поддержания курсовой устойчивости ESC дало бы следующие преимущества:

- снижение числа погибших в ДТП на 35 %;
- снижение числа раненых в ДТП на 25 %.



SP88\_01



SP88\_02



SP88\_03



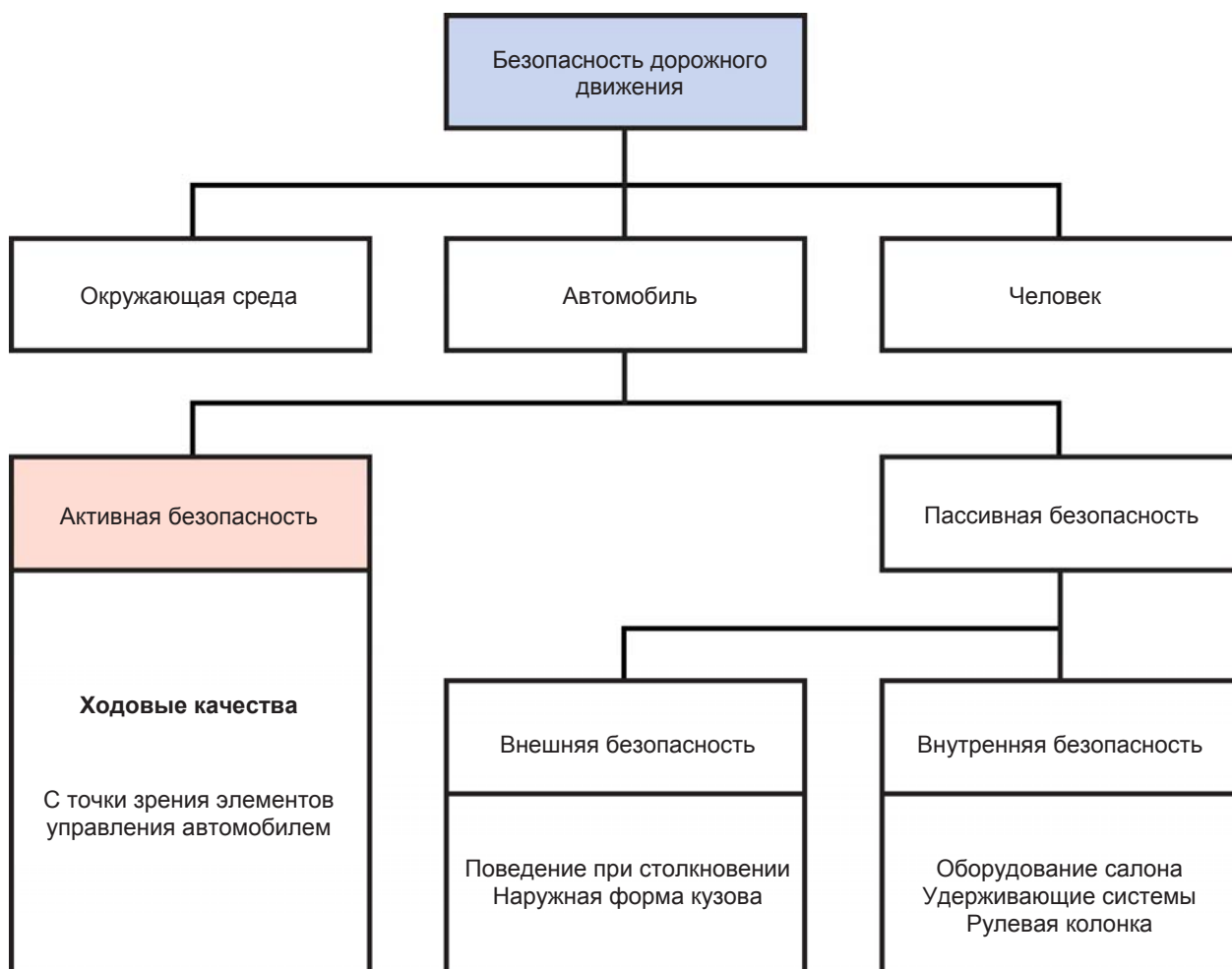
SP88\_04

## 2. Элементы активной безопасности автомобиля

### 2.1. Системы торможения и стабилизации как конструктивные элементы активной безопасности

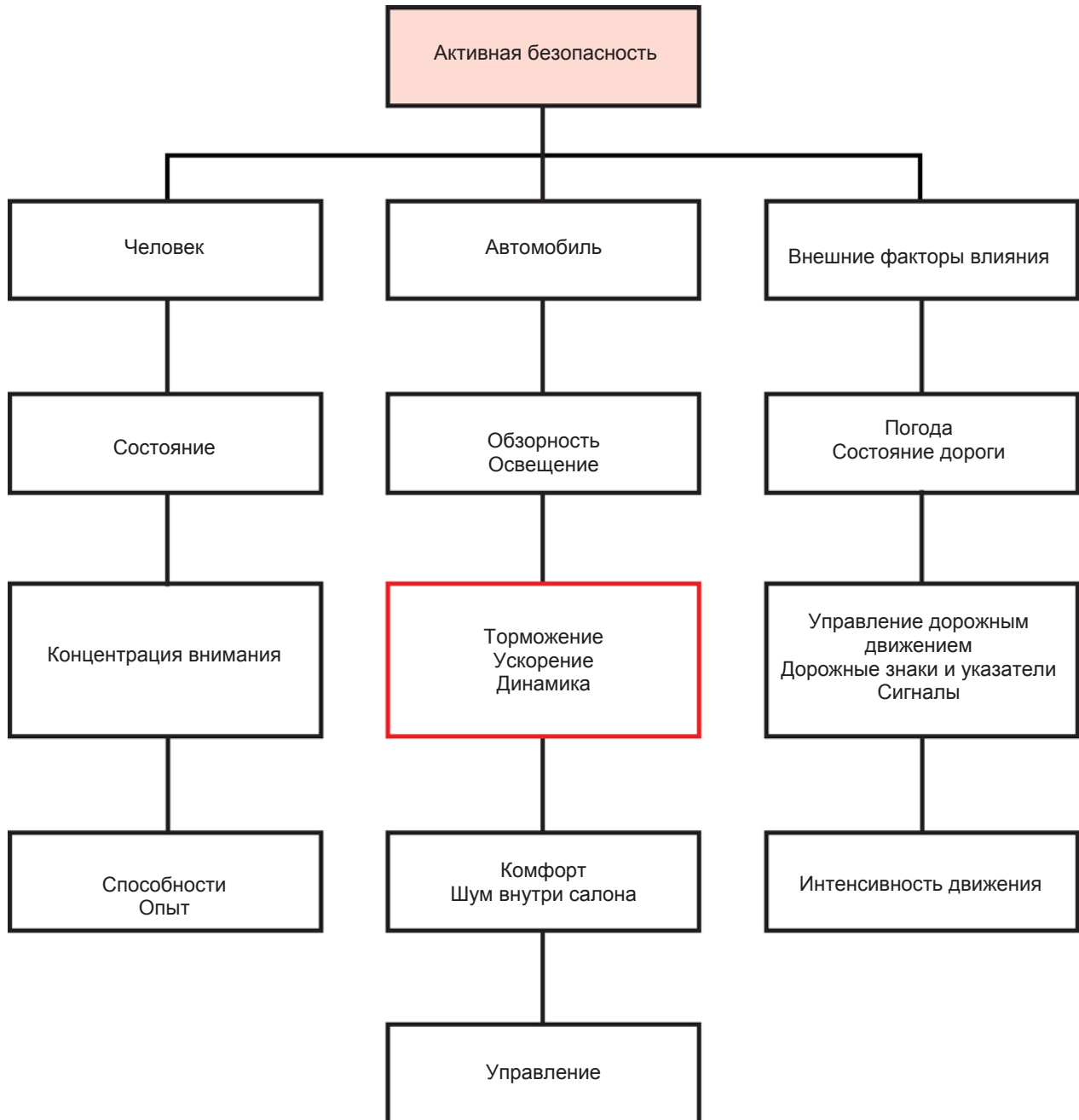
Описанные в этой брошюре системы торможения и стабилизации оказывают существенное влияние на повышение безопасности автомобиля. Эти конструктивные элементы влияют непосредственно на работу автомобиля и управление автомобилем в дорожном движении. Таким образом, речь идёт о комплексе элементов, которые помогают нам **избежать дорожно-транспортных происшествий**. Такие элементы автомобиля относятся к группе **активной безопасности**.

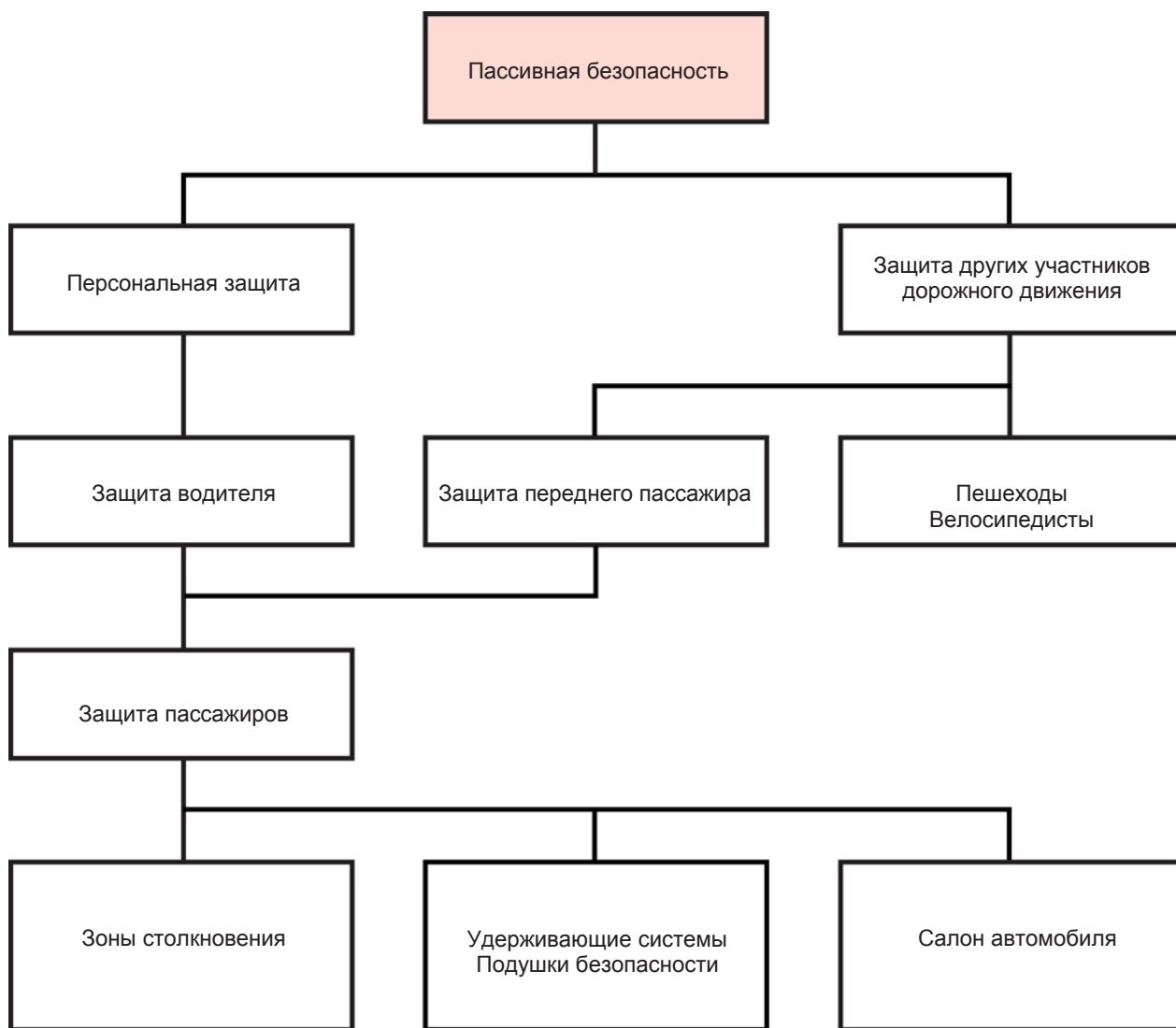
**Системы пассивной безопасности** обеспечивают защиту пассажиров от тяжёлых травм. Снижают риск аварии и последствия аварии. Примером элемента системы пассивной безопасности являются подушки безопасности, которые защищают пассажиров автомобиля в том случае, когда системы активной безопасности не смогли предотвратить аварию.\*



\* Элементы пассивной безопасности рассматриваются в программе самообучения SSP78.

## 2.2. Место систем торможения и стабилизации в обеспечении безопасности дорожного движения





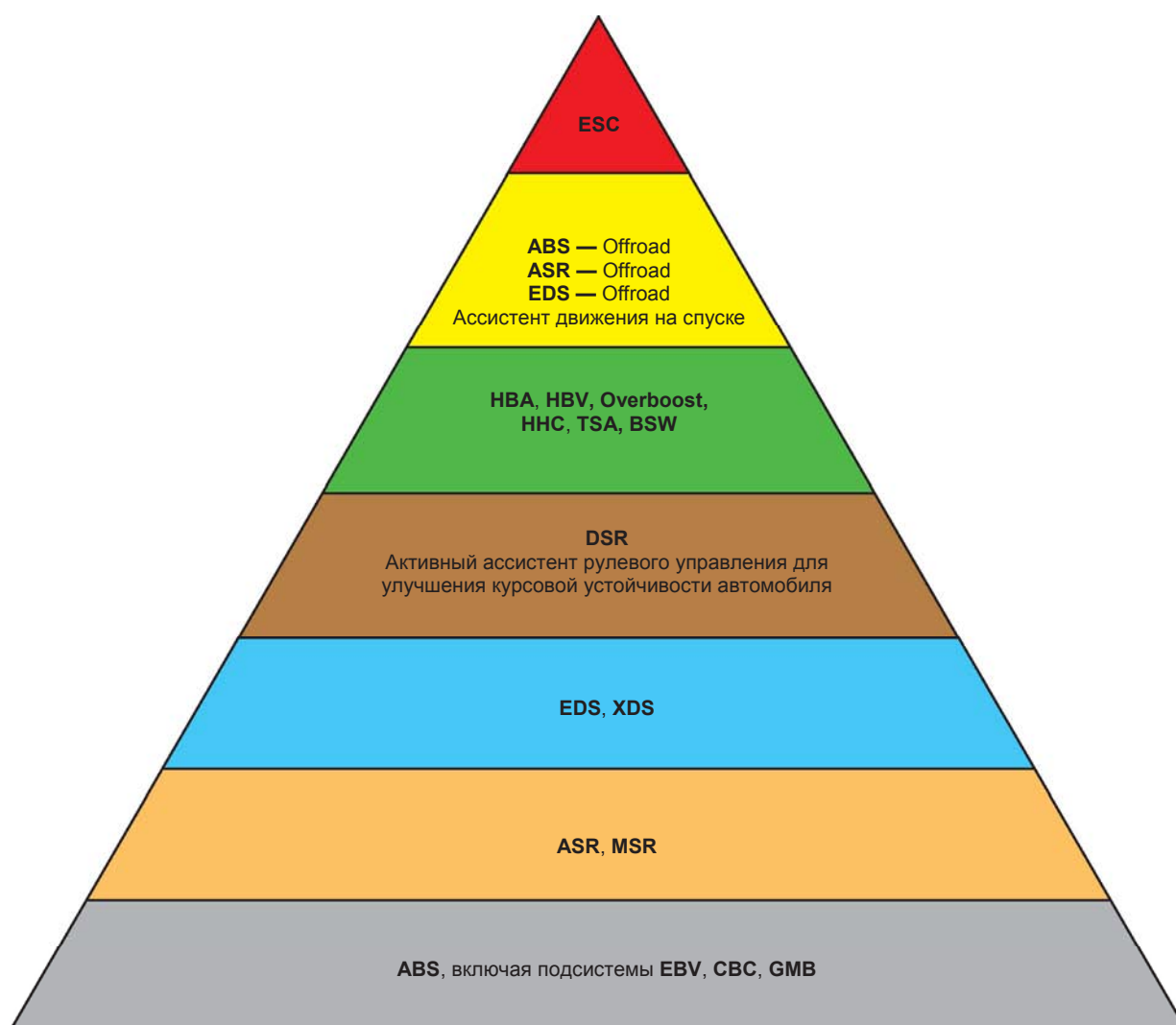
## 3. Категории систем торможения и стабилизации

### 3.1. Обзор систем торможения и стабилизации








Большое количество используемых систем торможения и стабилизации затрудняет их наглядную классификацию. Некоторые системы иерархически связаны друг с другом, другие представляют собой скорее различные этапы развития одной системы или же с точки зрения аппаратного и программного обеспечения своего рода расширения, дополняющие существующие функции.

Классификация систем			
Системы торможения		Системы стабилизации	
<b>ABS</b>	Антиблокировочная система	<b>ESC</b>	Электронная система поддержания курсовой устойчивости
<b>EBV</b>	Система электронного распределения тормозных сил на задней оси	<b>TSA</b>	Функция стабилизации прицепа
<b>CBC</b>	Расширенная функция стабилизации при торможении в повороте	<b>S-ESC</b>	Чувствительное регулирование курсовой устойчивости
<b>GMB</b>	Расширенная функция стабилизации автомобиля при заносе во время торможения	<b>DSR</b>	Ассистент рулевого управления, облегчающий управление автомобилем при торможении или заносе
<b>MSR</b>	Система регулирования крутящего момента при торможении двигателем		
<b>HBA</b>	Гидравлический тормозной ассистент		
<b>HBV</b>	Гидравлический усилитель тормозов		
<b>FBS</b>	(Overboost) Система компенсации падения эффективности торможения		
Системы контроля тяги		Вспомогательные системы	
<b>ASR</b>	Антипробуксовочная система	<b>HHC</b>	Ассистент трогания на подъёме
<b>EDS</b>	Электронная блокировка дифференциала	<b>BSW</b>	Функция удаления влаги с тормозных дисков
<b>XDS</b>	Расширенная функция блокировки дифференциала	<b>TPM</b>	Система контроля давления в шинах
Функции Offroad			
Ассистент движения на спуске			
<b>ABS-OFFROAD</b>	Антиблокировочная система для торможения		
<b>ASR-OFFROAD</b>	Антипробуксовочная система для движения		
<b>EDS-OFFROAD</b>	Электронная блокировка дифференциала		

## 3.2. Иерархия систем торможения и стабилизации



SP88\_20

-  Система ESC — объединяет все антипробуксовочные системы, а также вспомогательные системы (ассистенты)
-  Режим Offroad (внедорожный режим) — вспомогательные системы для движения по дорогам без покрытия и бездорожью
-  Вспомогательные системы для повышения безопасности движения
-  Коррекция ходовых качеств при срабатывании
-  Системы, основанные на срабатывании исключительно тормозной системы (требуют наличия системы ESC)
-  Системы, основанные на срабатывании исключительно системы управления двигателем
-  Системы, основанные на срабатывании исключительно тормозной системы

### 3.3. Применение систем в зависимости от режима движения

Одной из возможностей классификации является привязка вспомогательных систем к режимам «трогание с места», «движение» и «торможение».

На следующих рисунках показано, какие системы в каких режимах движения могут быть задействованы.

#### Легковые автомобили (PKW)



SP88\_29

Трогание с места	Движение	Торможение
EDS	XDS (RS)	ABS
ASR	ASR	- EBV
ННС	MSR	- CBC
	ESC	- GMB
	DSR	ESC
	TSA	HBA
	BSW	Overboost
		HBV

#### Автомобили повышенной проходимости



SP88\_30

Трогание с места	Движение	Торможение
EDS — Offroad	Ассистент движения на спуске	ABS — Offroad
ASR — Offroad		

## 4. Основы динамики движения

Прежде чем продолжить разъяснение принципа действия отдельных ассистентов торможения, мы хотели бы напомнить Вам основы поведения шин при качении по дорожному полотну.

Если автомобиль оборудован шинами, которые не способны эффективно передавать на дорожное полотно тормозные силы, силы тяги и воздействие ассистентов торможения, то и ассистенты не будут работать оптимальным образом и не смогут оказать водителю помощь в некоторых критических ситуациях.

В процессе проектирования автомобиля, при согласовании ходовых качеств шасси и всех ассистентов торможения ŠKODA Auto a. s. активно сотрудничает с производителями шин и проверяет работу шин в экстремальных климатических условиях и условиях движения.

Для каждой модели автомобиля ŠKODA AUTO a.s. рекомендует шины, которые делают ходовые качества автомобилей марки ŠKODA предсказуемыми и с которыми ассистенты торможения могут обеспечить водителю более высокую безопасность на дороге.

### 4.1. Окружность трения

Мгновенные характеристики сцепления колеса или шины с дорожным покрытием можно описать с помощью так называемой **окружности трения**, диаметр которой условно соответствует сцеплению с дорожным покрытием (чем больше сцепление, тем больше диаметр окружности). Для того чтобы сцепление между шинами и дорожным полотном сохранялось, вектор действующей на колесо суммарной силы **G** (сумма осевой силы **V** и боковой силы **S**) не должен превышать радиус окружности трения. В противном случае колесо блокируется (при торможении) или проворачивается (при ускорении), что всегда связано с заносом или потерей управляемости.



***В действительности шины обладают большим сцеплением в продольном направлении, так что окружность трения скорее имеет форму эллипса. Однако для упрощения мы будем по-прежнему использовать термин окружность трения.***

Величина и направление отдельных сил выражается векторами, отображаемыми в виде стрелок, и складывается по закону геометрического сложения.

- Осевые (продольные) силы (**V**) возникают при ускорении или торможении автомобиля.
- Боковые силы (**S**) возникают, прежде всего, при прохождении поворотов (под влиянием центробежной силы, действующей на автомобиль), также при боковом (поперечном) уклоне проезжей части.

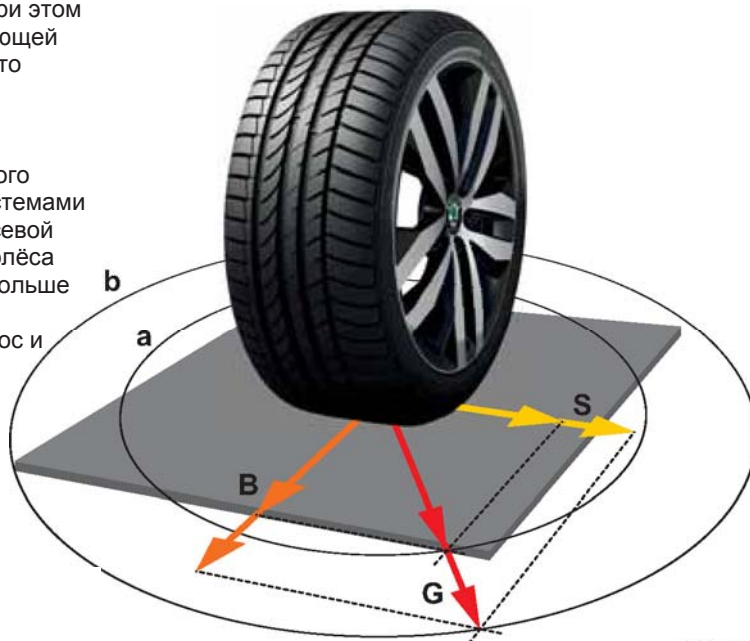
**На окружности трения, демонстрирующей характеристики сцепления**, больший диаметр (**b**) соответствует сухому дорожному покрытию, а меньший (**a**) — сырому дорожному покрытию. Если длина вектора суммарной силы, полученного в результате сложения векторов осевых и боковых сил (**G**) не превышает радиуса соответствующей окружности, то колесо катится правильно и направляет автомобиль в необходимом направлении.

Если же длина вектора суммарной силы (**G**) превышает радиус окружности, то шины больше не направляют автомобиль и он становится неуправляемым. Автомобиль начинает смещаться в направлении вектора суммарной силы.

#### 4.1.1. Прямолинейное движение

Если во время прямолинейного движения выполняется интенсивное торможение и вектор осевой силы (**B**), т. е. силы торможения, при этом всё ещё остаётся в пределах соответствующей дорожному покрытию окружности трения, то колесо продолжает катиться и надёжно направляет автомобиль в требуемом направлении. Однако если продолжать увеличивать давление в системе тормозного привода (и автомобиль не оборудован системами торможения и стабилизации), то вектор осевой силы выходит за пределы окружности и колёса блокируются, поскольку сила сцепления больше не способна преодолеть возникшую силу торможения. Автомобиль срывается в занос и становится неуправляемым.

- S – боковая сила;
- B – осевая сила;
- G – суммарная (резльтирующая) сила;
- a – сырое дорожное полотно;
- b – сухое дорожное полотно.

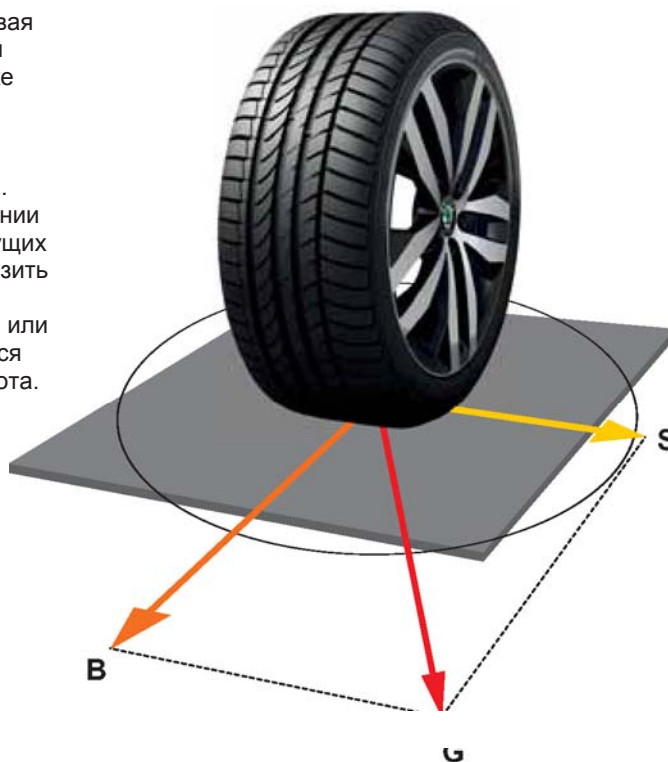


SP88\_09

#### 4.1.2. Прохождение поворотов

При торможении в повороте или на дорожном покрытии с поперечным уклоном колесо может блокироваться и в том случае, когда вектор осевой силы (**B**), т. е. силы торможения, меньше радиуса соответствующей окружности трения, потому что в точке контакта шины с дорожным покрытием, помимо прочего, действует и боковая или центробежная сила. Решающим фактором является именно сумма обоих векторов, и даже если только один из них выходит за пределы окружности трения, колесо блокируется, и возникает занос автомобиля в направлении вектора результирующей или суммарной силы. Схожая ситуация возникает при резком ускорении или при движении по снегу, когда одно из ведущих колёс пробуксовывает. По этой причине тормозить или ускоряться при движении в повороте, в первую очередь на сыром дорожном покрытии или на льду, опасно. Автомобиль быстро становится неуправляемым и в заносе вылетает из поворота.

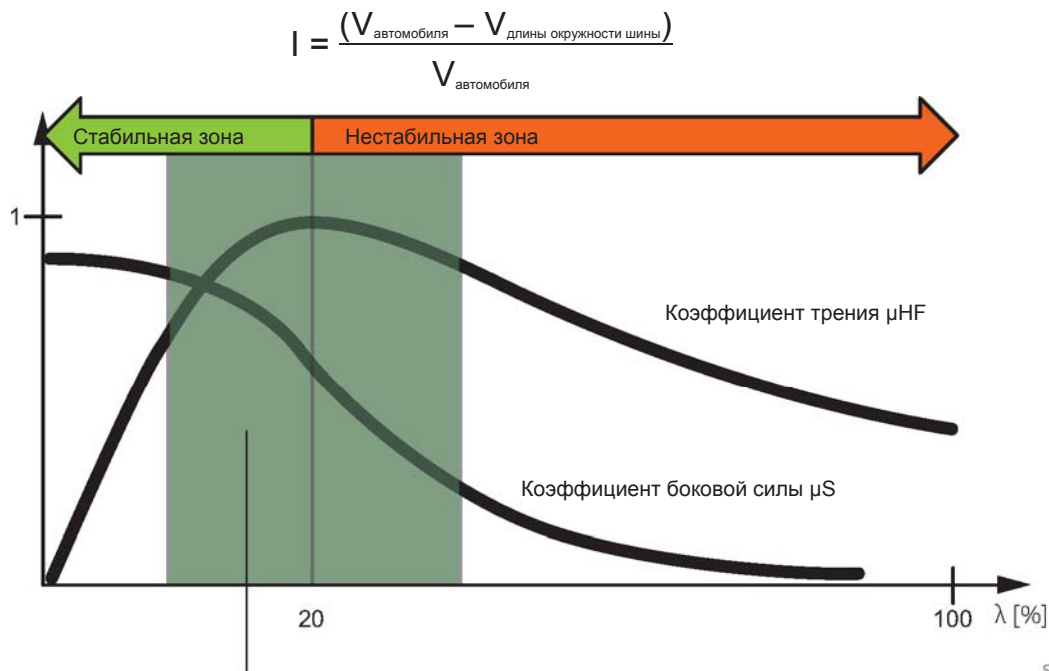
- S – боковая сила;
- B – осевая сила;
- G – суммарная (резльтирующая) сила.



SP88\_10

## 4.2. Проскальзывание шин

Проскальзывание шин определяется разницей между теоретическим и фактическим расстоянием, пройденным автомобилем. В то время как длина теоретически пройденного пути точно соответствует сумме длин окружности шины, в действительности проскальзывание приводит к тому, что фактический пройденный путь меньше.



SP88\_07

### Диапазон регулирования ABS

Коэффициент трения и коэффициент боковой силы в зависимости от проскальзывания при торможении для соответствующего угла изменения направления движения

Проскальзывание при торможении возникает тогда, когда колесо по сравнению со скоростью автомобиля, вращается медленнее.

Коэффициент сцепления зависит от степени проскальзывания и достигает максимума примерно при  $\lambda = 20\%$ .

Коэффициент боковой силы определяет способность колеса передавать боковые (управляющие) силы и снижается по мере увеличения проскальзывания — управляемость автомобиля снижается.

Система ABS старается использовать максимальный диапазон коэффициента трения.

### 4.3. Процесс торможения

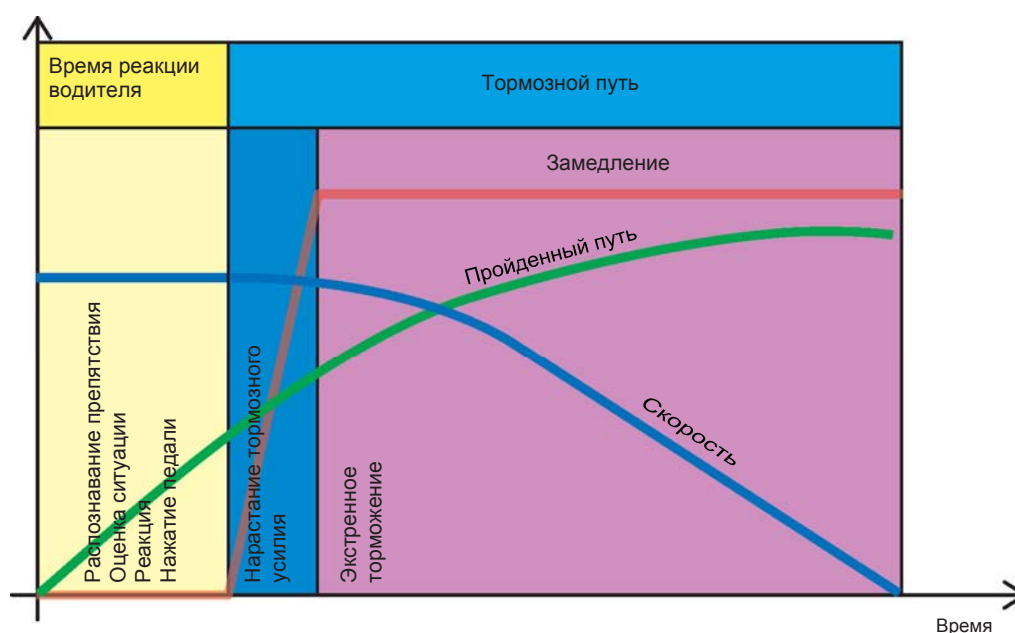
Вероятно, только немногие из нас представляют, что проблема заключается не в том, как заставить автомобиль двигаться вперёд. Проблема скорее в том, как в любой момент остановить автомобиль. Когда я трогаюсь с места, автомобиль неподвижен и я могу спокойно и без всякого стресса правильно работать педалью акселератора.

При торможении принимать решение приходится в движении, при этом теряется время и увеличивается пройденный до остановки автомобиля путь. Ко всему этому прибавляется также и то, что не каждый способен найти выход из критической ситуации в состоянии стресса. В критических ситуациях водители часто действуют необдуманно или впадают в панику. В таком случае они слишком поздно реагируют, тормозят с недостаточной эффективностью и т. д.

**У каждого водителя имеется несколько индивидуальных диаграмм:**

- водитель действует уверенно и контролирует движение;
- стрессовая ситуация, когда водитель действует под давлением внешних факторов;
- усталость водителя и т. д.

Тем самым меняется и время реакции водителя, за которое он оценивает обстановку и принимает решение относительно дальнейших действий.



SP88\_28

Торможение начинается в момент распознавания препятствия.

Затем следует оценка обстановки и реакция водителя, причём время реакции зависит от опыта, состояния и концентрации водителя.

За время реакции системы должны быть выбраны все зазоры в тормозной системе. Степень реакции тормозов представляет собой время от начала нарастания силы торможения до достижения определённого значения давления в тормозной системе.

Время торможения рассчитывается от момента нажатия педали тормоза. Продолжительность торможения соответствует времени от момента возникновения силы торможения до остановки автомобиля.

## 5. Датчики

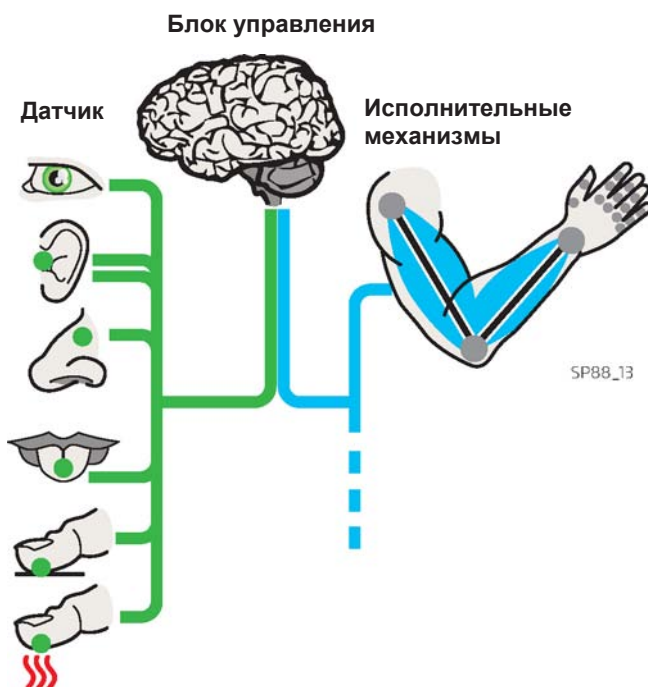
### 5.1. Логика срабатывания датчиков систем торможения и стабилизации

Для того чтобы человек мог реагировать на окружающую обстановку и, к примеру, уклоняться от приближающейся опасности, он должен воспринимать («сканировать») окружающее его пространство.

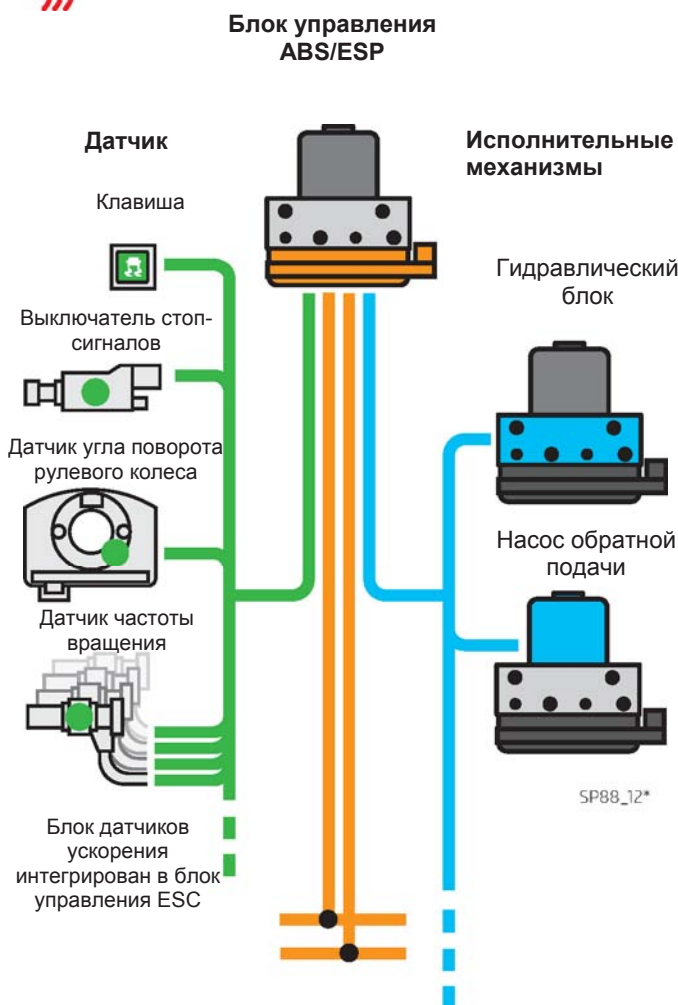
Для этого он использует свои органы чувств. Оптические датчики (глаза), акустические датчики и датчики равновесия (уши), датчики, реагирующие на химические вещества (обоняние и вкус). Слух представляет собой своего рода «блок датчиков», т. е. комплекс из нескольких датчиков, поскольку он регистрирует не только шум, но и ускорение.

Сравнивая логику применима и к транспортным средствам, а также к системам торможения и стабилизации. Для того чтобы эти системы могли работать правильно и риск возникновения критической ситуации был уменьшен или предупреждён, они должны обладать чувствительными элементами (датчиками), которые способны регистрировать дорожную обстановку. Речь, в частности, идёт о датчиках частоты вращения колёс, датчике ускорения, датчике угла рыскания и датчике угла поворота рулевого колеса, которые регистрируют фактическое положение автомобиля на проезжей части дороги. Для того чтобы система могла работать с комплексными данными, она дополнительно оборудована датчиками давления в главном тормозном цилиндре, датчиком положения педали тормоза и т. д.

Главная разница между органами чувств человека и датчиками электронных систем заключается в зрении. Оно позволяет людям предвидеть возможное развитие событий. А электронные системы реагируют только на уже возникшее состояние автомобиля и пытаются снизить риск возникновения критической ситуации, возникший в результате неправильной оценки обстановки водителем.



SP88\_13



SP88\_12\*

\* Рис. SSP88\_12 служит только для примера. Число датчиков и исполнительных механизмов, а также связь между ними могут варьироваться в зависимости от модели и комплектации автомобиля.

## 5.2. Датчики, используемые в контурах систем торможения и стабилизации

На основе информации, поступающей от датчиков, с помощью различных функций систем регулирования степени проскальзывания колёс и ассистентов оценивается то, в каком направлении ускоряется или замедляется автомобиль и вращается ли он относительно собственной оси.

С помощью этих данных системы регулирования могут определить фактическое направление движения автомобиля или действующую на него силу, и в некоторых случаях в определённой степени повлиять на направление движения. Поскольку датчики очень чувствительные, с их помощью критические ситуации во время движения можно идентифицировать уже в момент их возникновения и таким образом принять соответствующие меры.



- величины, измеренные датчиками;
- рассчитанные величины;
- центр тяжести автомобиля.

- Система ABS использует датчики частоты вращения колёс для определения скорости вращения колёс.
- Система ESC в отличие от системы ABS использует также данные от датчиков ускорения и датчика угла рыскания, которые с помощью сил инерции оценивают направление движения автомобиля.

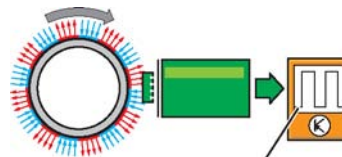
## Система ESC

### Система ABS

#### Датчики частоты вращения колёс

- используются активные датчики, работающие по принципу датчика Холла;
- частота вращения колеса оценивается в зависимости от изменяющейся частоты напряжения датчика Холла, которая увеличивается по мере увеличения частоты вращения.

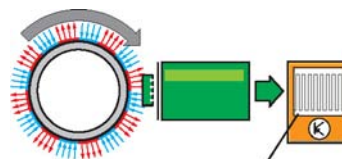
Низкая частота вращения



Низкая частота вращения

SP88\_17

Высокая частота вращения



Высокая частота вращения

SP88\_18

#### Датчик угла поворота рулевого колеса

- оптический датчик или датчик Холла, в зависимости от класса автомобиля и года выпуска;
- оптический датчик интегрирован в рулевую колонку, датчик Холла является неотъемлемым элементом усилителя рулевого управления.



*У моделей Fabia и Roomster датчик угла поворота рулевого колеса имеется только у системы ESC.*

#### Датчик угла рыскания

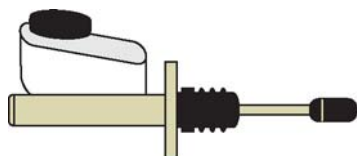
- Датчик интегрирован в блок управления ESC.

#### Датчики ускорения

- Датчики поперечного и продольного ускорения интегрированы в блок управления ESC.

#### Датчик давления

- Интегрирован в модуль ESC.



SP88\_42



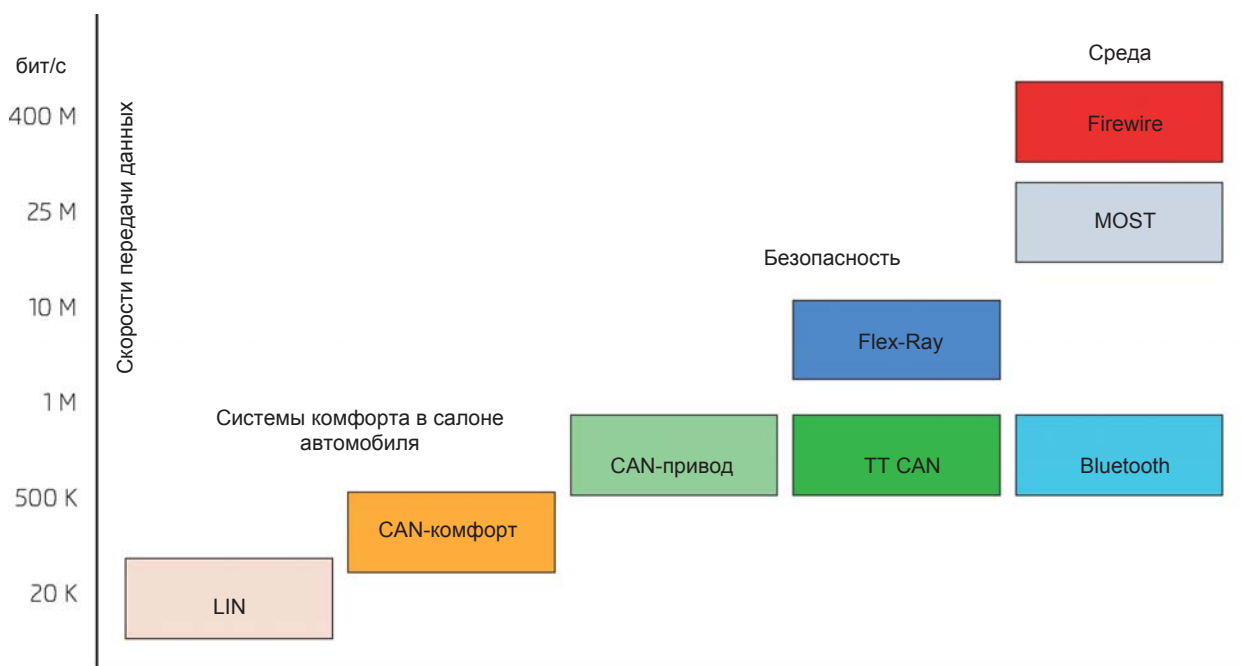
*Подробное описание датчиков приведено в программе самообучения № 82.*

### 5.3. Протокол обмена данными

С расширением системы ABS до системы ESC повысились требования к следующим параметрам:

- большая производительность компонентов вычислительного оборудования;
- коммуникация с другими электронными системами в автомобиле (двигатель, рулевое управление, подушки безопасности...), что потребовало использования протокола передачи данных шины CAN.

В настоящее время сети на основе протокола шины CAN достигли пределов пропускной способности и последовательно заменяются сетями передачи данных на основе оптических кабелей, например, сетью Flex Ray (впервые применена в BMW X5 для управления жёсткостью амортизаторов в октябре 2006 года), пропускная способность которой в десять раз выше, чем у шины CAN.



## 6. Антиблокировочная система (ABS)

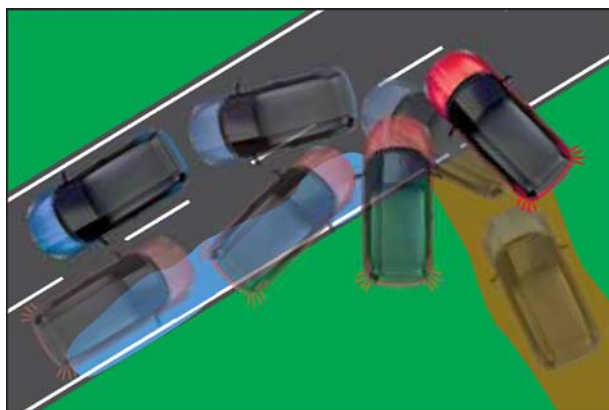
Система ABS автоматически управляет эффективностью торможения одного или нескольких колёс. Она представляет собой основу для всех систем торможения и стабилизации и основана на срабатывании исключительно тормозной системы.

### 6.1. Функциональные требования к системе ABS

- обеспечение курсовой устойчивости и управляемости автомобиля;
- обеспечение управляемости автомобиля при интенсивном торможении;
- оптимальное использование сцепления всех колёс таким образом, что физически гарантируется наименьший тормозной путь;
- быстрая реакция на изменение поверхности дорожного полотна, т. е. изменение характеристик сцепления с покрытием (например, асфальт/лёд) и распознавание так называемого «аквапланирования» (всплытие шин);
- при выходе из строя одного из компонентов контура регулирования обычная тормозная система должна сохранять работоспособность, а водитель должен быть предупреждён.

### 6.2. Поведение автомобиля без ABS

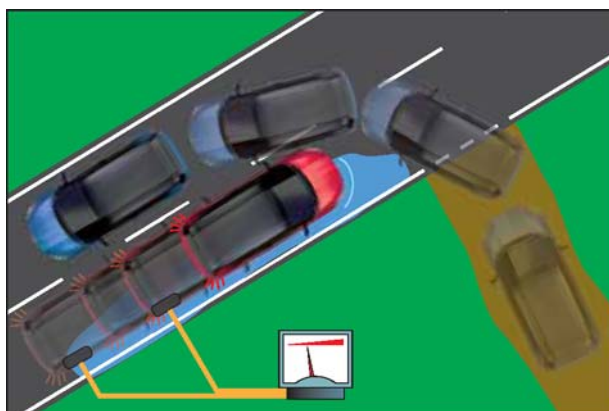
При интенсивном торможении, в зависимости от характеристик сцепления дорожного покрытия, одно или несколько колёс не имеют достаточного сцепления с дорогой, чтобы передать силу торможения на дорожное покрытие, и склонны к блокированию. В случае такого заблокированного колеса говорят о проскальзывании колеса, равном 100 %. При потере силы трения сцепления возникновение сил бокового увода, которые удерживают автомобиль на необходимой траектории движения, невозможно и автомобиль становится неуправляемым под воздействием силы инерции.



SP88\_31

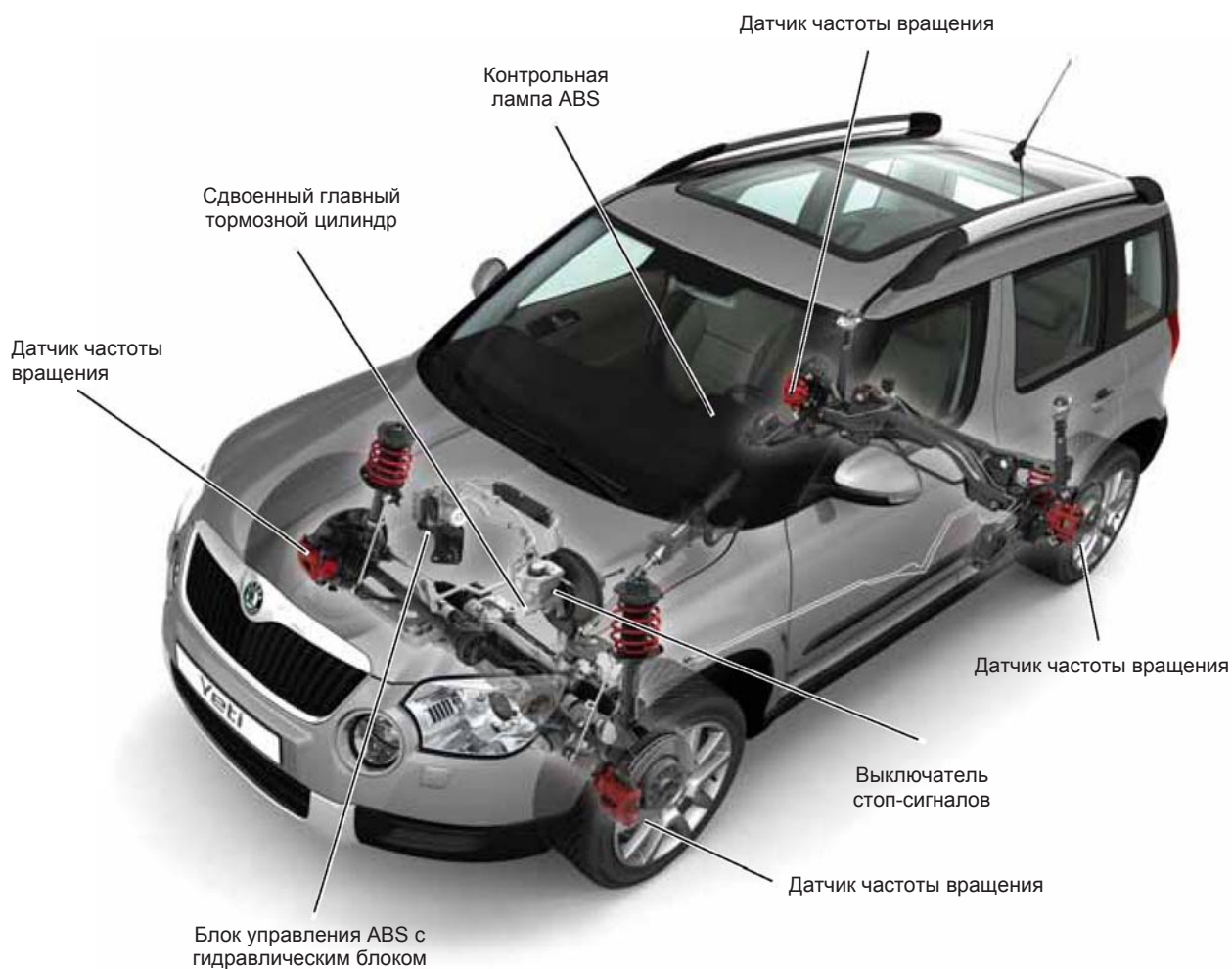
### 6.3. Поведение автомобиля с ABS

С помощью системы ABS возникновение такой опасной ситуации при движении можно эффективно предупредить. Система ABS повышает устойчивость автомобиля во время движения, предупреждая блокирование колёс при торможении. Она снижает силу торможения или давление в тормозной системе на соответствующих колёсах, для того чтобы силы бокового увода могли передаваться на дорожное полотно и автомобиль оставался управляемым.



SP88\_32

## 6.4. Компоненты системы ABS

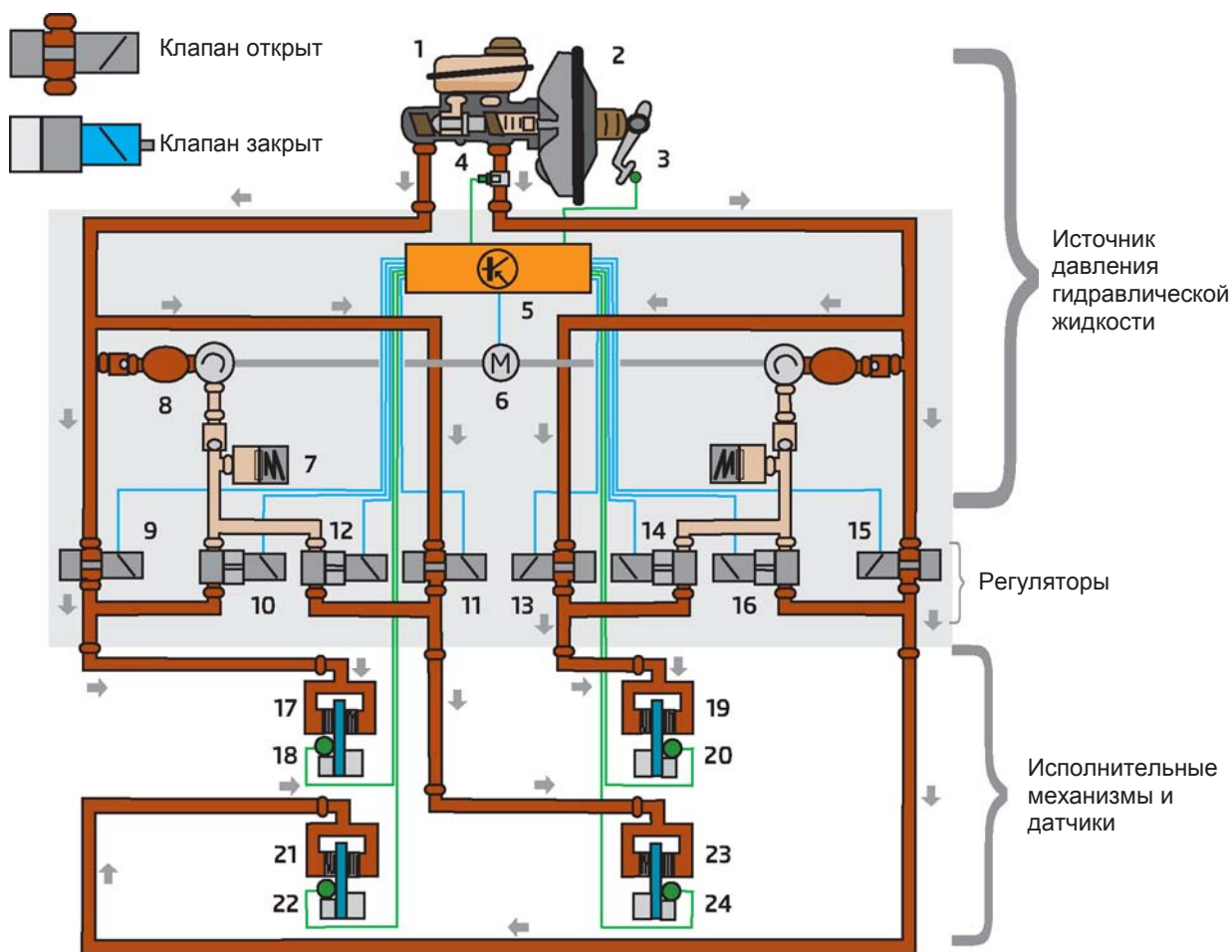


5P88\_47

Разделение системы на два отдельных контура тормозного привода повышает безопасность автомобиля при торможении. Если один из контуров неисправен, срабатывает второй контур и автомобиль можно остановить.

В автомобилях марки Škoda используется двухконтурная тормозная система с диагональной компоновкой.

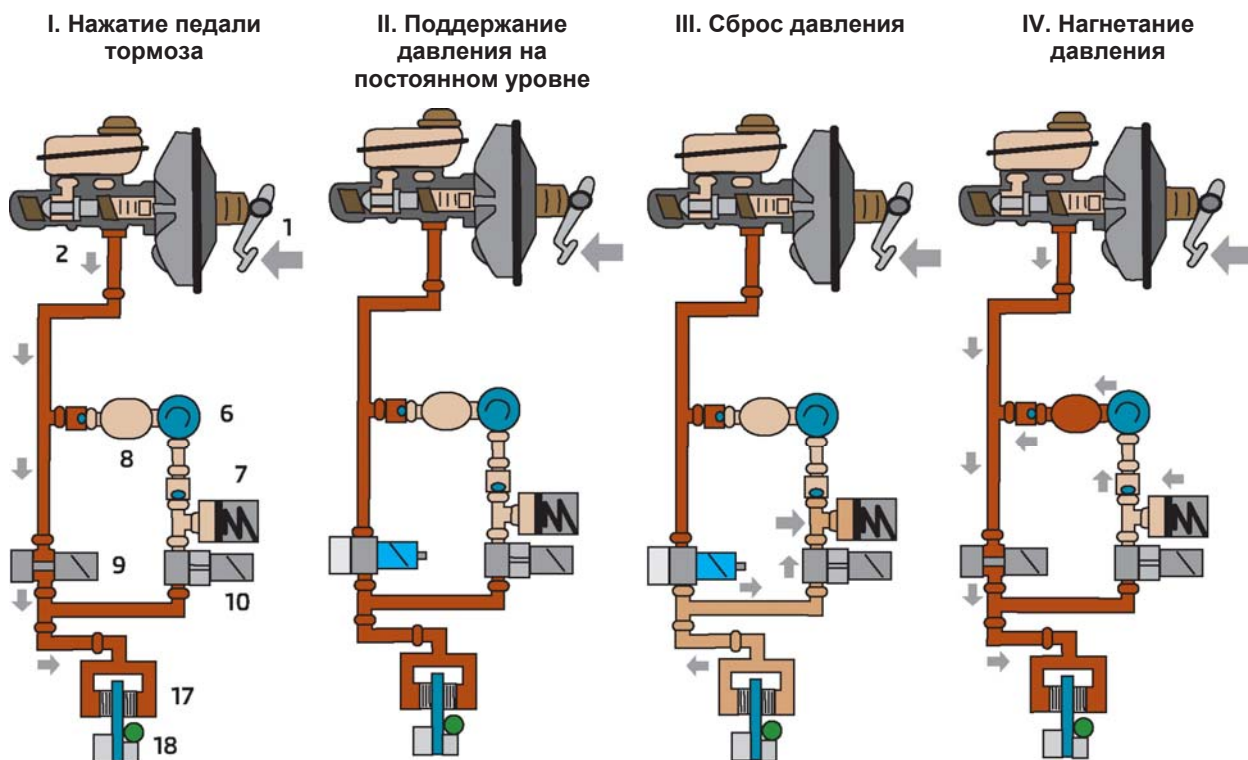
## 6.5. Гидравлическая схема ABS



SP88\_36

- 1 — бачок с тормозной жидкостью
- 2 — усилитель тормозов
- 3 — датчик педали сцепления
- 4 — датчик давления в тормозной системе
- 5 — БУ ABS/ESC
- 6 — насос обратной подачи
- 7 — ресивер
- 8 — амортизатор
- 9 — впускной клапан ABS, передний левый
- 10 — выпускной клапан ABS, передний левый
- 11 — выпускной клапан ABS, задний правый
- 12 — выпускной клапан ABS, задний правый
- 13 — впускной клапан ABS, передний правый
- 14 — выпускной клапан ABS, передний правый
- 15 — впускной клапан ABS, задний левый
- 16 — выпускной клапан ABS, задний левый
- 17 — тормозной цилиндр, передний левый
- 18 — датчик частоты вращения, передний левый
- 19 — тормозной цилиндр, передний правый
- 20 — датчик частоты вращения, передний правый
- 21 — тормозной цилиндр, задний левый
- 22 — датчик частоты вращения, задний левый
- 23 — тормозной цилиндр, задний правый
- 24 — датчик частоты вращения, задний правый

## 6.6. Принцип действия ABS



SP88\_35

1 — педаль тормоза нажата  
2 — сдвоенный главный тормозной цилиндр  
6 — насос обратной подачи

7 — ресивер  
8 — амортизатор  
9 — впускной клапан ABS

10 — выпускной клапан ABS  
17 — колёсный тормозной цилиндр  
18 — датчик частоты вращения

### I. Нажатие педали тормоза

После нажатия педали тормоза (1) система ABS сравнивает частоту вращения всех колёс. При угрозе блокирования система ABS закрывает впускной клапан (9) соответствующего колеса. Благодаря этому давление в контуре соответствующего колеса поддерживается на неизменном уровне, и водитель не может увеличить его нажатием педали тормоза.

### II. Поддержание давления на постоянном уровне

Если тенденция к блокированию сохраняется, система управления открывает выпускной клапан ABS (10) и давление в ресивере (7) снижается.

### III. Сброс давления

Если и после этого сохраняется тенденция к блокированию колёс, излишнее давление сбрасывается с помощью насоса обратной подачи (6).

### IV. Нагнетание давления

Если блокирование колёс больше не угрожает, впускной клапан (9) открывается, а выпускной клапан ABS (10) закрывается, для того, чтобы можно было снова нарастить давление в системе.

Эта система обеспечивает управляемость автомобиля и непрерывно во время каждого цикла проверяет предельные значения характеристик сцепления с дорожным покрытием, для того чтобы достигалась максимальная эффективность торможения.

Составной частью системы ABS являются также системы, которые улучшают базовые функции ABS. Это означает, что они не выполняют независимую функцию, а предназначены только для поддержки системы ABS. К этим системам относятся:

- система электронного распределения тормозных усилий (EBV);
- функция стабилизации при торможении в повороте CBC;
- функция снижения момента сил, вызывающих рыскание автомобиля (GMB).



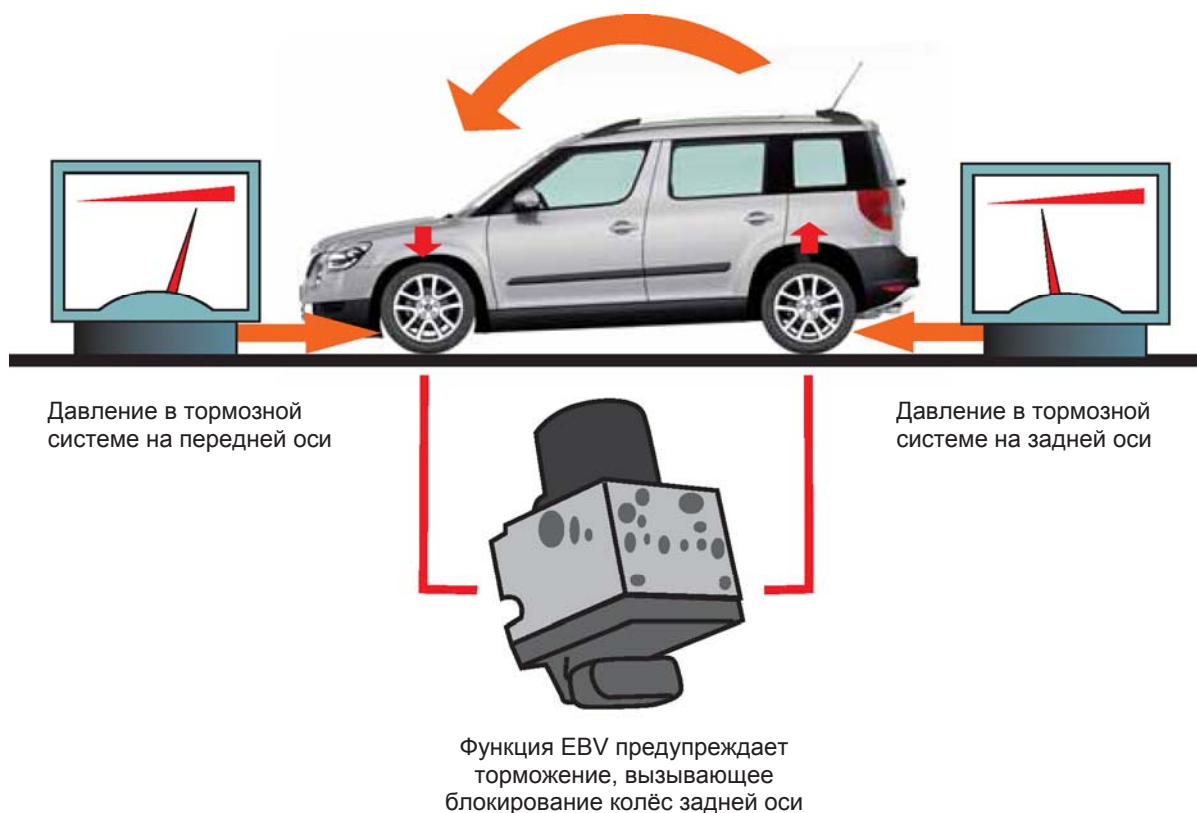
***Подробное описание функций антиблокировочной системы ABS содержится в программах самообучения № 8 и № 26.***

## 7. Система электронного распределения тормозных сил (EBV)

Когда оба колеса задней оси автомобиля блокируются, автомобиль теряет устойчивость и, как правило, неконтролируемо изменяет направление движения. Чтобы предупредить возникновение такой критической ситуации во время движения, автомобиль оборудован системой электронного распределения тормозных сил EBV.

Система электронного распределения тормозных сил EBV представляет собой программное расширение системы ABS. Функция EBV не требует для своей реализации дополнительных элементов, она использует только имеющиеся компоненты системы ABS.

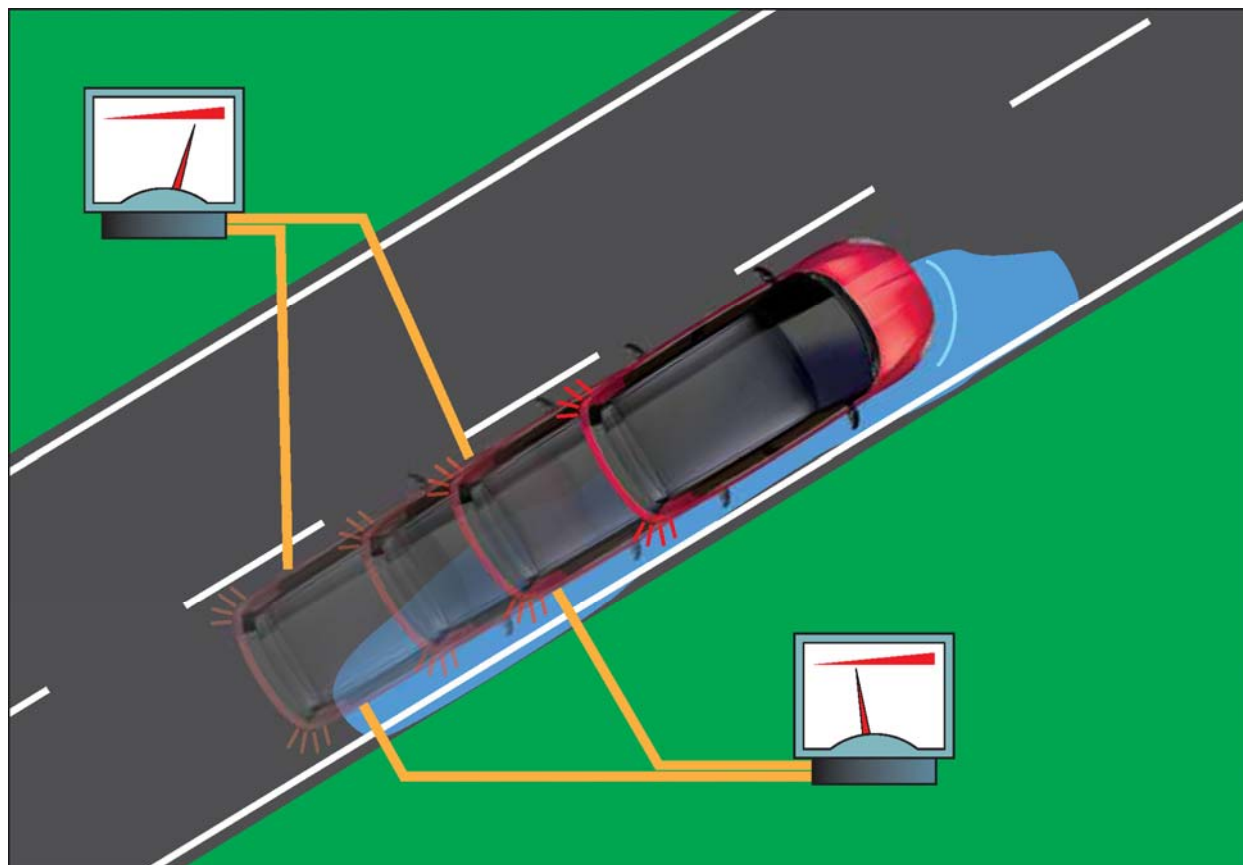
EBV заменяет использовавшийся ранее механический регулятор тормозных сил.



SP88\_43

*При торможении в результате смещения центра тяжести автомобиля возникает динамический момент, который изменяет распределение нагрузки по осям. Вследствие этого динамического момента нагрузка на переднюю ось увеличивается, а задняя ось, напротив, разгружается. Автомобиль наклоняется вокруг поперечной оси (происходит так называемый «клевок»), что приводит к блокированию колёс задней оси.*

С помощью датчиков частоты вращения колёс блок управления ABS распознаёт перетормаживание (приводящее к блокированию) колёс задней оси, возникающее при наклоне автомобиля относительно поперечной оси. Функция EBV с помощью интегрированных в блок управления ABS электромагнитных клапанов снижает силу торможения задних колёс, и таким образом заботится о максимальной эффективности торможения колёс передней и задней осей. Благодаря этому отклонение колёс задней оси от направления движения в результате блокирования предупреждается.



5P88\_38

*В отличие от применявшегося ранее механического регулятора тормозных сил функция EBV может регулировать тормозную силу отдельно для каждого колеса задней оси. Это позволяет учесть различные характеристики сцепления дорожного покрытия. Функция EBV распознаёт замедление вращения одного или обоих колёс задней оси и снижает давление в контуре соответствующего колеса.*

## 8. Функция стабилизации при торможении в повороте (СВС)

Опасные свойства автомобиля при торможении в повороте в зависимости от обстановки могут проявляться в виде недостаточной или избыточной поворачиваемости автомобиля, что в крайнем случае может привести к заносу автомобиля. Это свойство автомобиля является результатом того, что передаваемая дорожному покрытию сила торможения колёс или шин ограничивается характеристиками сцепления с дорожным покрытием. Если во время торможения в повороте автомобиль должен сохранять «нейтральную поворачиваемость», то давление в контуре каждого колеса, в зависимости от передачи сил бокового увода шин на дорожное покрытие, должно регулироваться индивидуально. Этому способствует функция стабилизации при торможении в повороте (СВС). Функция СВС представляет собой программное расширение системы ABS. Она не требует для своей реализации дополнительных элементов, а использует только имеющиеся компоненты системы ABS.

Функция СВС позволяет с помощью частоты вращения колёс (без обязательного применения данных датчика угла рыскания или датчика поперечного ускорения) распознать опасную ситуацию при торможении в повороте — недостаточную или избыточную поворачиваемость.

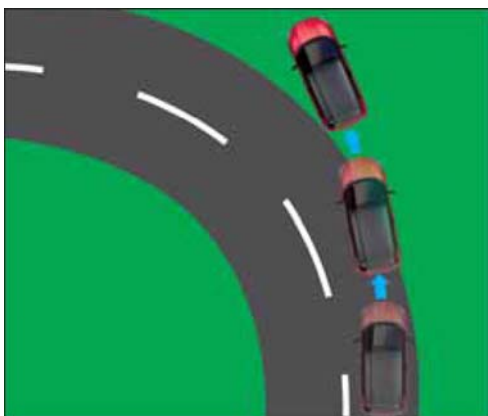
Функция СВС применяется только в пределах регулирования системы ABS.

Эта ситуация распознаётся функцией СВС с помощью частоты вращения отдельных колёс. Путём дополнительного анализа блок управления ABS может распознать недостаточную или избыточную поворачиваемость и соответствующим образом регулировать давление в контурах тормозной системы. Регулирование давления в тормозной системе осуществляется точно так же, как и при срабатывании системы ABS, в три этапа:

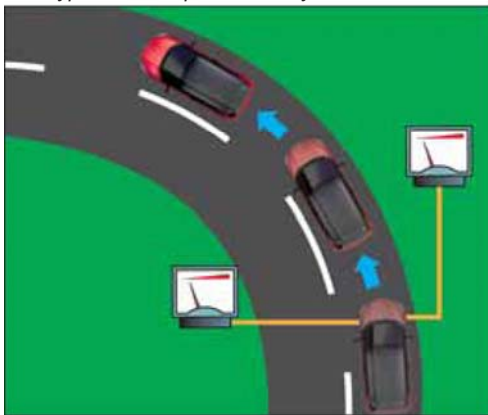
- поддержание давления на постоянном уровне;
- сброс давления;
- нагнетание давления.

Система ABS является главной системой для функции СВС. Это означает, что когда при блокировании колёс достигается предел диапазона регулирования системы ABS, то функция СВС отключается. В таком случае блокирование колёс система ABS предупреждает самостоятельно.

### Недостаточная поворачиваемость



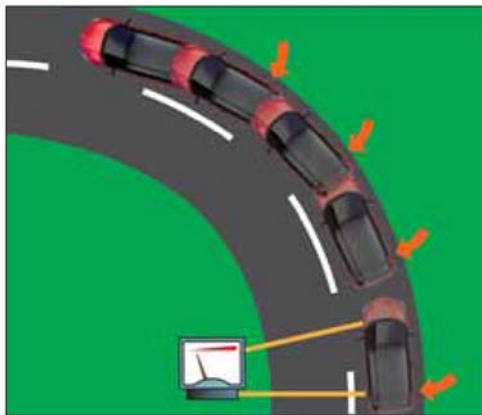
У автомобилей с функцией СВС в случае недостаточной поворачиваемости давление в контуре колёс передней оси уменьшается.



### Избыточная поворачиваемость



У автомобилей с функцией СВС в случае избыточной поворачиваемости давление в контурах колёс, движущихся по внутреннему радиусу поворота, снижается.



SP88\_44

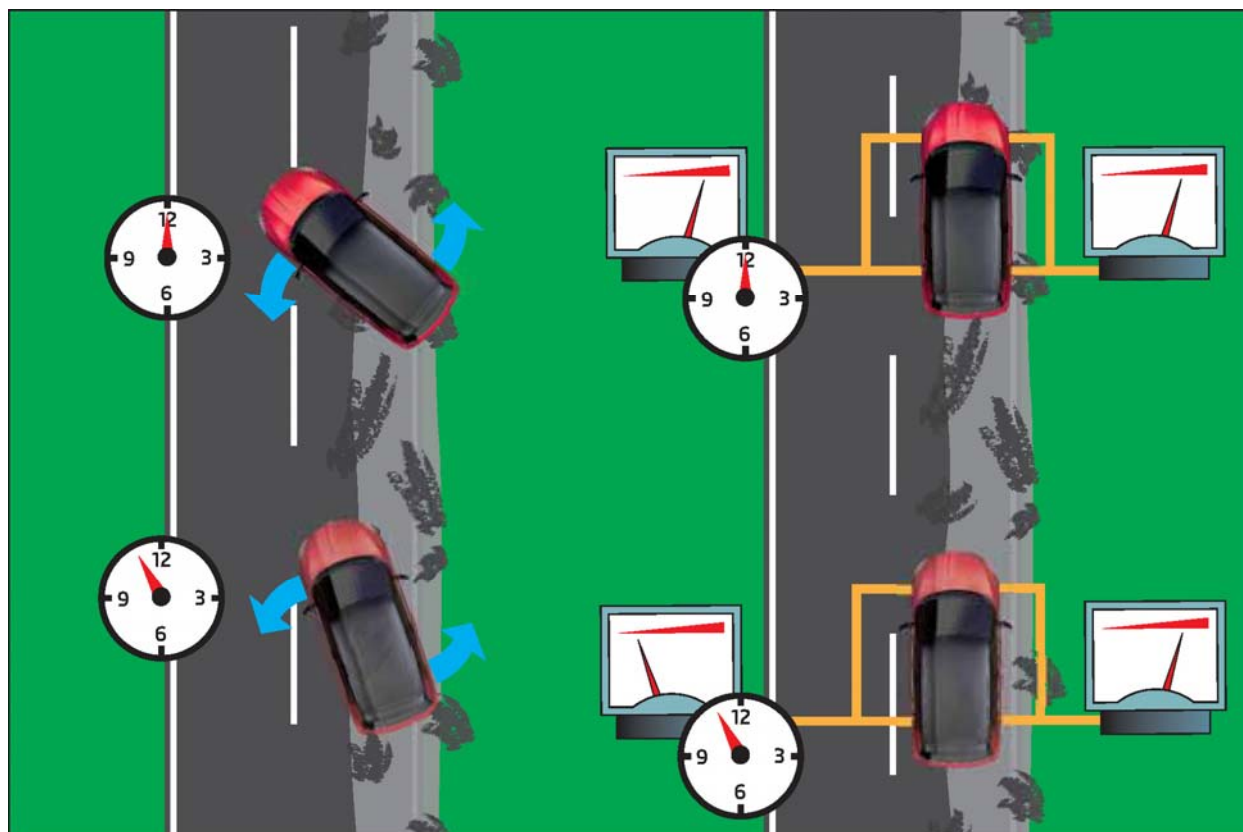
## 9. Функция снижения момента сил, вызывающих рыскание автомобиля (GMB)

При интенсивном торможении на поверхности с различными характеристиками сцепления для колёс с одной и другой сторон автомобиля возникает момент рыскания, поворачивающий автомобиль вокруг вертикальной оси, который стремится увести автомобиль с траектории движения и развернуть его на поверхности с более высоким коэффициентом сцепления. Функция GMB, представляющая собой программное расширение системы ABS, позволяет устранить этот момент рыскания, создавая разное давление в контурах левых и правых колёс и ограничивая его с временной задержкой.

Когда система ABS в рамках работы функции GMB при торможении распознаёт разную степень блокирования колёс на разных сторонах автомобиля, она оценивает возможность возникновения момента рыскания. По этой причине система снижает силу торможения колёс, которые больше склонны к блокированию, пока скорость вращения колёс с правой и левой сторон автомобиля снова не выровняется.

Ситуация без GMB

Ситуация с GMB



SP88\_45

*Тормозное давление в контурах колёс, движущихся по шероховатому покрытию, нарастает не так быстро. Опасное вращение автомобиля компенсируется.*

## 10. Антипробуксовочная система (ASR)

Система ASR облегчает трогание на сыром дорожном покрытии, снижая пробуксовку ведущих колёс. Она работает во всём диапазоне скоростей автомобиля.

Для снижения проскальзывания ведущих колёс система ASR берёт на себя задачу по управлению моментом двигателя. Для водителя педаль акселератора условно отключается.

### 10.1. Компоновка

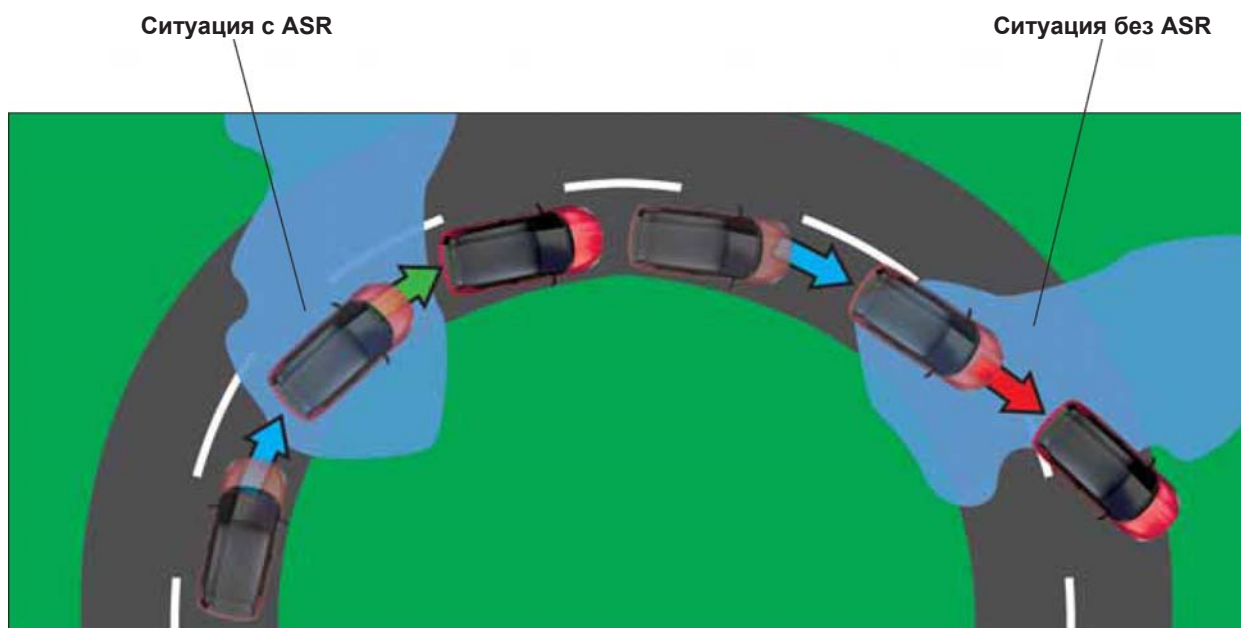
Система ASR с точки зрения программного и аппаратного обеспечения представляет собой расширение системы ABS. Программное обеспечение ASR хранится в более производительном блоке управления ABS с расширенной программной памятью. Точно так же, как и в случае системы ABS, здесь используются сигналы датчиков частоты вращения. Для выполнения необходимых функций система ABS обменивается данными с блоком управления двигателем по шине CAN.

Интерфейс с системой управления двигателем.

В отличие от системы ABS, система ASR влияет на мощность двигателя, т. е. на момент привода колёс. Для этого педаль акселератора не должна быть механически связана с дроссельной заслонкой. То есть должна существовать возможность регулировать мощность двигателя независимо от положения педали акселератора. В первых системах ABS с функцией ASR варианты решений для снижения крутящего момента двигателя сильно различались. Например, использовались системы с дополнительной дроссельной заслонкой или с возможностью подавления воспламенения. С внедрением систем на основе шины CAN и электронной педали акселератора появилась возможность использовать этот комфортабельный интерфейс для регулирования момента и частоты вращения двигателя в числе дополнительных компонентов.

Изменения в гидравлическом блоке

Если автомобиль оборудован системой ESC, то функция ASR работает вместе с функцией EDS. В разделе, посвящённом функции EDS, поясняется принцип действия (изменение аппаратного обеспечения) гидравлического блока.



SP88\_46

## 10.2. Принцип действия системы ASR

В автомобилях с системой ASR с помощью частоты вращения рассчитывается скорость вращения четырёх колёс. С помощью расширенного анализа программное обеспечение ASR анализирует следующие ситуации при движении:

### • Передний привод

- определяется ускорение ведущих колёс передней оси;
- скорость, ускорение автомобиля или идентификация траектории движения вытекают из показаний датчиков скорости вращения колёс не приводимой или ведомой оси;
- из разности скоростей вращения ведущих и не приводимых колёс определяется пробуксовка ведущих колёс.

### • Привод 4x4 (стандартное оборудование — ESC):

- рассчитывается ускорение ведущих колёс обеих осей;
- при определении скорости, ускорения автомобиля или определении траектории движения система использует датчики продольного и поперечного ускорений, датчик угловой скорости рыскания и датчик угла поворота рулевого колеса;
- из разницы между ускорением, измеренным датчиком продольного ускорения и ускорением ведущих колёс обеих осей рассчитывается пробуксовка ведущих колёс.

С помощью этих данных система ASR определяет склонность ведущих колёс к пробуксовке. В блоке управления двигателя считывается сигнал о фактическом крутящем моменте двигателя. Система ASR определяет по нему необходимые меры регулирования. Если автомобиль оборудован системой ESC, на малых скоростях она также использует функцию блокировки дифференциала и подтормаживает колесо ведущей оси, вращающееся с большей скоростью.

### Регулирование осуществляется в два этапа:

1. Путём снижения крутящего момента двигателя пробуксовка ведущих колёс снижается до нуля, т. е. до такого состояния, в котором колёса способны передавать управляющие силы.
2. Если автомобиль оборудован системой ESC, то функция электронной блокировки дифференциала EDS поддерживает работу системы ASR. Сравнивая значения пробуксовки ведущих колёс оси, EDS притормаживает колесо, имеющее большую пробуксовку.

Для вмешательства в систему управления двигателем система ASR на основании определённой степени пробуксовки колёс и фактического крутящего момента двигателя, рассчитывает требуемый крутящий момент двигателя. Эти данные передаются блоку управления двигателя. Крутящий момент двигателя ограничивается блоком управления двигателя следующим образом:

- путём изменения положения дроссельной заслонки;
- путём изменения импульсов впрыска топлива;
- путём изменения импульсов впрыска топлива у дизельных двигателей, путём подавления процесса переключения передач (автоматическая КП).

## 11. Система регулирования крутящего момента при торможении двигателем (MSR)

Используется при проскальзывании колёс во время торможения двигателем. Эта ситуация может возникнуть при резком отпуске педали акселератора или при резком отпуске педали сцепления при движении с низкими оборотами двигателя. Система MSR снижает эффективность торможения двигателем, вмешиваясь в работу системы управления двигателем и увеличивая его крутящий момент.

**Система MSR срабатывает только в том случае, если выполнены следующие условия:**

- педаль акселератора отпущена;
- ведущие колёса проскальзывают;
- передача включена;
- педаль сцепления отпущена.

Система регулирования крутящего момента при торможении двигателем (MSR) представляет собой противоположность системы ASR. Если система распознаёт, что ведущие колёса в результате торможения двигателем проскальзывают, она даёт двигателю команду увеличить момент привода, что снова приводит к облегчению вращения колёс. Фаза проскальзывания колёс сокращается, и управляемость автомобиля восстанавливается.

Водитель отпускает педаль акселератора и включает более низкую передачу. Возникшая в результате этого на колесе сила торможения при неблагоприятных условиях движения может привести к проскальзыванию или даже блокированию колеса, что делает автомобиль неуправляемым. Функция MSR влияет на эффективность торможения двигателем и снижает её, увеличивая крутящий момент двигателя. Таким способом функция MSR обеспечивает устойчивость и управляемость автомобиля.

### 11.1. Описание принципа действия

С помощью датчиков частоты вращения и необходимой информации из системы управления двигателем (например, частота вращения двигателя, положение дроссельной заслонки, положение педали акселератора) система MSR определяет, возникает ли проскальзывание ведущих колёс при снижении крутящего момента двигателя. Блок управления тормозной системы оценивает эти данные и передаёт необходимые данные блоку управления двигателем. При этом система остаётся в пределах диапазона регулирования, позволяющего использовать крутящий момент двигателя с максимальной эффективностью и одновременно гарантирующего достаточные силы бокового увода. Система MSR работает во всём диапазоне оборотов двигателя. Регулирование крутящего момента при торможении двигателем прекращается при нажатии педали тормоза.



SP88\_50

## 12. Электронная система поддержания курсовой устойчивости (ESC)

Система ESC была разработана для улучшения курсовой устойчивости автомобиля при выполнении манёвра объезда препятствия. Система улучшает курсовую устойчивость автомобиля в критических ситуациях, связанных с динамичной ездой.

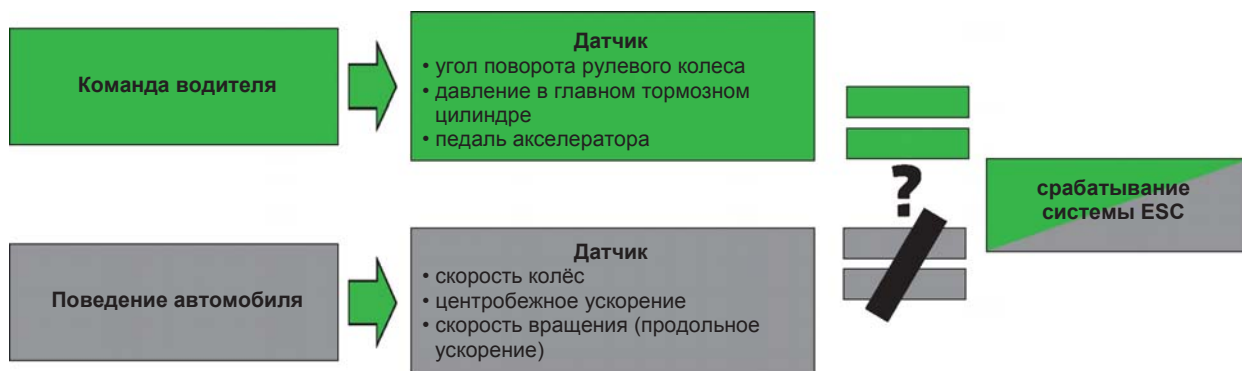
Возникновение критической ситуации идентифицируется путём сравнения команд водителя и фактического поведения автомобиля.

Электронная система поддержания курсовой устойчивости ESC с помощью датчиков распознаёт начало возникновения критической ситуации. Затем она реагирует на ситуацию с помощью целенаправленного подтормаживания отдельных колёс и влияния на систему управления двигателем и коробкой передач и таким образом обеспечивает устойчивость и управляемость автомобиля.

Система ESC принимает решение относительно того, при каких динамических условиях движения и в какой момент должны включиться системы регулирования проскальзывания колёс, и управляет их разносторонним применением.

Система ESC находится в состоянии постоянной готовности к действию. Идентификация критической ситуации, касающейся динамики движения, основывается на сравнении команд водителя и фактического поведения автомобиля. При их расхождении система ESC срабатывает. В зависимости от ситуации, система ESC понижает крутящий момент двигателя и подавляет процесс переключения автоматической коробки передач. Затем система ESC стабилизирует поведение автомобиля путём целенаправленного подтормаживания одного, или нескольких колёс. При недостаточной поворачиваемости вначале осуществляется регулирование с помощью системы управления двигателем, в то время как при избыточной поворачиваемости вначале срабатывает тормозная система. Система выполняет регулирование до тех пор, пока не будет обеспечена курсовая устойчивость автомобиля.

С помощью целенаправленного подтормаживания отдельных колёс система ESC создаёт момент рыскания относительно центра тяжести автомобиля. Момент рыскания направлен в сторону, противоположную вращению автомобиля, и стабилизирует движение в нужном направлении.



### 12.1. Принцип стабилизации автомобиля с помощью ESC

Основными состояниями, которые могут возникнуть во время движения, являются недостаточная поворачиваемость, избыточная поворачиваемость и манёвр объезда препятствия.

#### Недостаточная поворачиваемость

Признаком недостаточной поворачиваемости автомобиля (снос передней оси) является снижение реакции на поворот рулевого колеса. Она чаще всего возникает во время прохождения поворота с ускорением. Шины колёс передней оси передают усилие привода и управляющие силы. Предел нагрузки на передние шины превышен. Вследствие этого автомобиль движется по большему радиусу поворота, чем радиус, задаваемый водителем поворотом рулевого колеса. Система ESC стабилизирует автомобиль в два этапа:

1. Блок управления двигателя получает команду на снижение крутящего момента двигателя.
2. Благодаря подтормаживанию колеса, движущегося по внутреннему радиусу



поворота, возникает стабилизирующий момент относительно центра тяжести автомобиля, который доворачивает автомобиль в направлении, задаваемом рулевым колесом.

Более ранние системы воздействовали для стабилизации на заднее колесо, движущееся во внутреннему радиусу поворота. Современные системы ESC для стабилизации автомобиля воздействуют на оба колеса, движущиеся по внутреннему радиусу поворота. Выбор колеса и интенсивность подтормаживания модуль ESC оценивает по степени недостаточной поворачиваемости автомобиля.

**Ситуация без ESC**



**Ситуация с ESC**



### Избыточная поворачиваемость

При избыточной поворачиваемости автомобиля (занос задней оси) состояние автомобиля должно корректироваться путём изменения направления вращения рулевого колеса. Справиться с этим явлением сложнее, чем с недостаточной поворачиваемостью.

Система ESC стабилизирует автомобиль тоже в два этапа:

1. Благодаря подтормаживанию колеса, движущегося по внешнему радиусу поворота, возникает стабилизирующий момент относительно центра тяжести автомобиля, который доворачивает автомобиль в направлении, задаваемом рулевым колесом.
2. Если этого вмешательства недостаточно, модуль ESC передаёт блоку управления двигателем команду кратковременно увеличить подачу топлива (это происходит в очень редких случаях).

### Манёвр объезда препятствия

Безопасное выполнение этого манёвра было основной причиной разработки системы ESC.

Автомобиль, не оборудованный системой ESC, должен уклоняться от внезапно возникшего препятствия так, как это показано на рисунке. Водитель поворачивает рулевое колесо влево и сразу же после этого вправо. Автомобиль начинает раскачиваться, и заднюю часть автомобиля выносит в сторону. Водитель с трудом может остановить вращение автомобиля, и он может сорваться в неконтролируемый занос.

Автомобиль с системой ESC. Водитель выполняет манёвр объезда препятствия так же, как и в предыдущем случае. Система ESC поддерживает действия водителя в следующей последовательности:

1. Во время первого поворота рулевого колеса влево автомобиль имеет недостаточную поворачиваемость. Путём уменьшения крутящего момента двигателя и подтормаживания заднего колеса, движущегося по внутреннему радиусу поворота, недостаточная поворачиваемость уменьшается до минимума.
2. Во время последующего поворота рулевого колеса вправо направление движения автомобиля поддерживается за счёт увеличения момента привода на передних колёсах, чтобы таким образом ускорить изменение направления движения.
3. При возвращении на правую полосу движения водитель поворачивает передние колёса влево и реакция автомобиля поддерживается дополнительным моментом привода на переднем левом колесе.

Приведенное описание сильно упрощено. Во время реального манёвра объезда препятствия недостаточная поворачиваемость автомобиля сменяется избыточной поворачиваемостью очень быстро. В этом случае недостаточная и избыточная поворачиваемость корректируется модулем ESC. Описать все состояния, в которых находится автомобиль при совершении манёвра объезда препятствия сложно. Кроме того, каждый автомобиль имеет другие ходовые качества и реагирует иначе.



5P88\_47

*Манёвр объезда препятствия состоит из участков с недостаточной и избыточной поворачиваемостью.*

## 12.2. Гидравлическая схема системы ESC

- 1 — бачок с тормозной жидкостью
- 2 — усилитель тормозов
- 3 — датчик педали сцепления
- 4 — датчик давления в тормозной системе
- 5 — БУ ESC
- 6 — насос обратной подачи
- 7 — ресивер
- 8 — амортизатор

Источник давления гидравлической жидкости

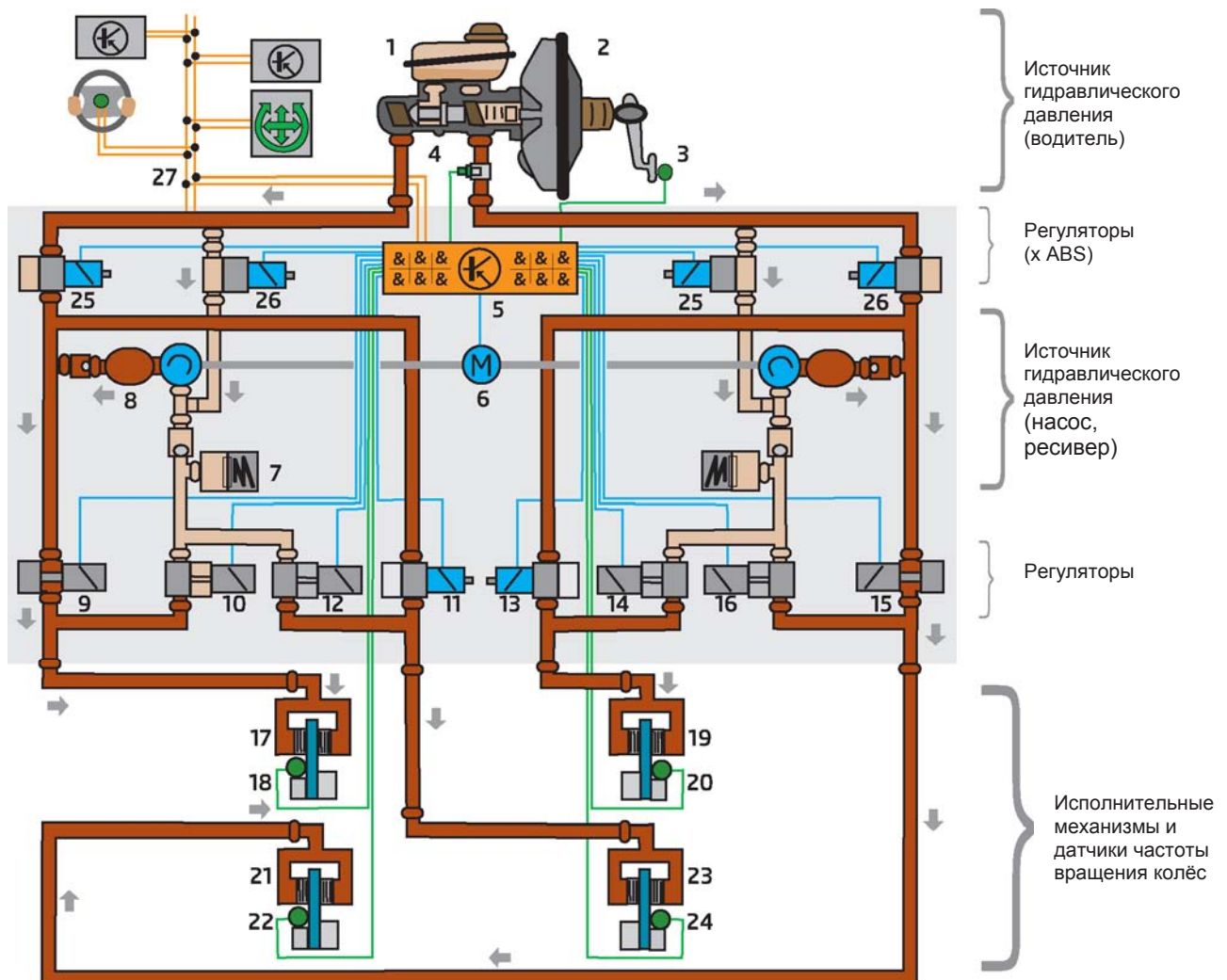
- 9 — впускной клапан, передний левый
- 10 — выпускной клапан, передний левый
- 11 — впускной клапан, задний правый
- 12 — выпускной клапан, задний правый
- 13 — впускной клапан, передний правый
- 14 — выпускной клапан, передний правый
- 15 — впускной клапан, задний левый
- 16 — выпускной клапан, задний левый

Регуляторы

- 17 — тормозной цилиндр, передний левый
- 18 — датчик частоты вращения, передний левый
- 19 — тормозной цилиндр, передний правый
- 20 — датчик частоты вращения, передний правый
- 21 — тормозной цилиндр, задний левый
- 22 — датчик частоты вращения, задний левый
- 23 — тормозной цилиндр, задний правый
- 24 — датчик частоты вращения, задний правый

Исполнительные механизмы и датчики

- 25 — переключающий клапан
- 26 — переключающий клапан высокого давления
- 27 — шина CAN



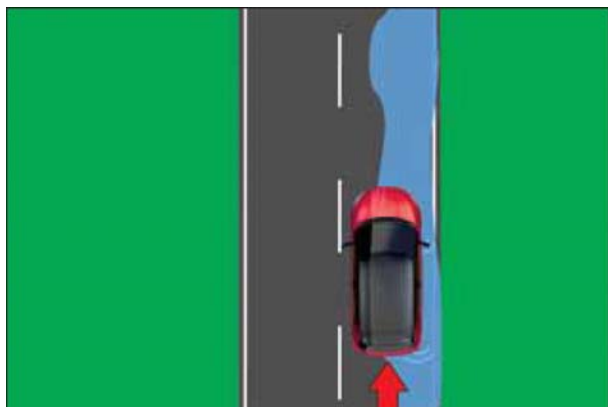
## 13. Электронная блокировка дифференциала (EDS)

Электронная блокировка дифференциала EDS выполняет функции, схожие с функциями механической блокировки дифференциала, и срабатывает при разгоне автомобиля на покрытии с различными характеристиками сцепления для ведущих колёс.

Система EDS использует гидравлический блок системы ESC. Она самостоятельно увеличивает давление в тормозной системе (без нажатия педали тормоза).

Когда система определяет, что одно из ведущих колёс проскальзывает, система EDS с помощью целенаправленного подтормаживания замедляет вращение колеса таким образом, что второе колесо оси может передавать усилие привода на дорожное полотно через дифференциал.

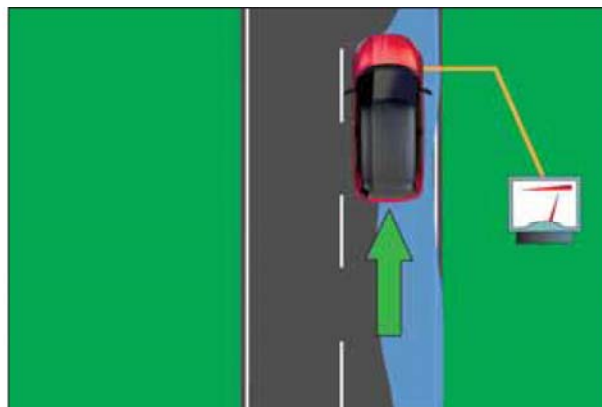
**Автомобиль без EDS**



SP88\_40

*Дифференциал может передавать меньший из двух моментов привода колёс оси. Таким образом, автомобиль разгоняется очень медленно.*

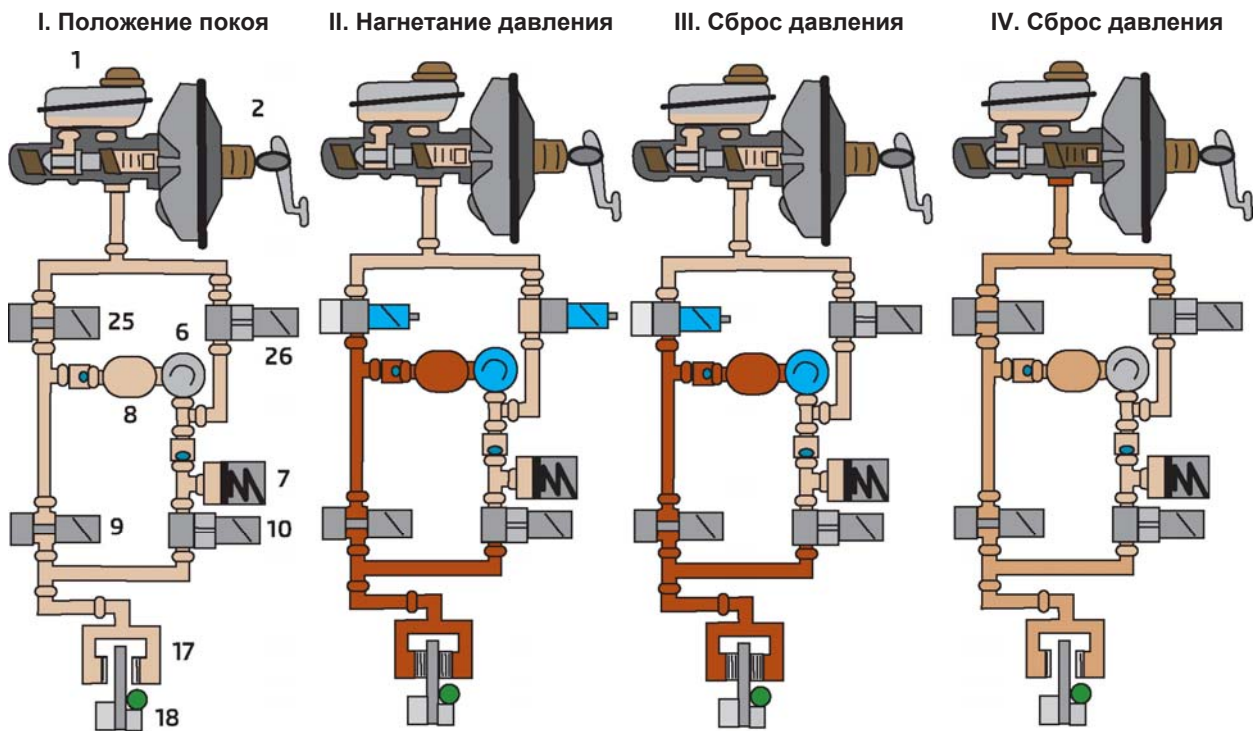
**Автомобиль с EDS**



SP88\_41

*Колесо на сыром дорожном полотне затормаживается, и проскальзывание снижается. Автомобиль с функцией EDS за то же время разгоняется до более высокой скорости.*

## 13.1. Принцип действия EDS



SP88\_43

- 1 — бачок с тормозной жидкостью
- 2 — усилитель тормозов
- 6 — насос обратной подачи
- 7 — ресивер
- 8 — амортизатор
- 9 — впускной клапан ABS
- 10 — выпускной клапан ABS
- 17 — колёсный тормозной цилиндр
- 18 — датчик частоты вращения
- 25 — переключающий клапан
- 26 — переключающий клапан высокого давления

### I. Положение покоя

Положение покоя — это состояние до срабатывания ассистента.

### II. Нагнетание давления

При нагнетании давления переключающий клапан (25) закрывается, а клапан высокого давления (26) открывается. Насос обратной подачи (6) откачивает тормозную жидкость из главного тормозного цилиндра, и колесо затормаживается.

### III. Поддержание давления на постоянном уровне

В режиме поддержания давления насос обратной подачи отключён (6).

### IV. Сброс давления

При сбросе давления переключающие клапаны (25) и клапан высокого давления (26) открыты.

## 14. Расширенная функция блокировки дифференциала (XDS)

Функция XDS представляет собой модификацию функции EDS для движения с высокой скоростью.

При спортивном стиле вождения автомобиль при быстром прохождении поворотов под действием центробежной силы склонен к смещению наружу поворота. Сцепление с дорожным полотном у ведущих колёс, движущихся по внутреннему радиусу поворота, уменьшается. В предельных ситуациях ведущее колесо, движущееся по внутреннему радиусу поворота, может утратить контакт с дорожным полотном и проворачиваться. В этом случае и колесо ведущей оси, движущееся по внешнему радиусу поворота, неспособно передать усилие привода через дифференциал на дорожное полотно, и автомобиль испытывает недостаточную поворачиваемость при движении в повороте (в случае привода на переднюю ось).

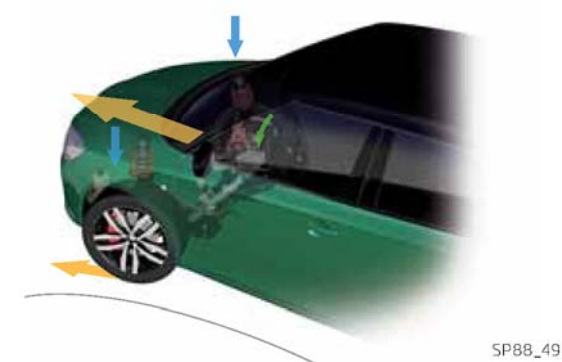
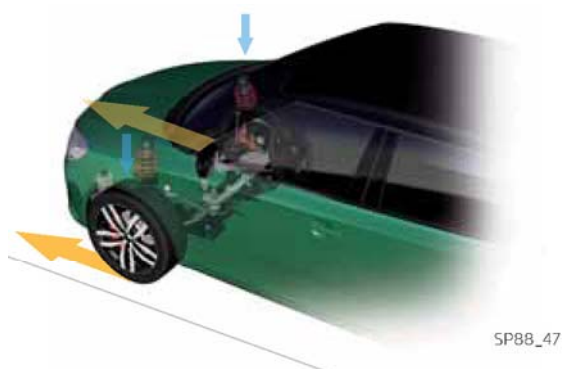
Функция XDS вмешивается в движение автомобиля, проворачивающееся колесо целенаправленно подтормаживается для того, чтобы второе колесо ведущей оси могло передавать момент привода через дифференциал на дорожное полотно. Автомобиль при движении в повороте остаётся полностью управляемым.

### 14.1. Компоновка

Гидравлическая тормозная система для системы XDS идентична системе EDS. Гидравлический контур требует индивидуального управления торможением каждого из ведущих колёс. Отличие от системы EDS заключается в более точном дозировании степени подтормаживания проворачивающегося колеса для того, чтобы автомобиль оставался стабильным. Функция XDS использует датчики частоты вращения колёс системы ABS, датчики центробежного ускорения, датчик угла рыскания и датчик угла поворота рулевого колеса. Когда блок управления распознаёт ситуацию, требующую вмешательства функции XDS, контур регулирования подтормаживает проворачивающееся колесо путём целенаправленного увеличения давления в контуре тормозного привода без необходимости нажатия педали тормоза.

### 14.2 Принцип действия

На основе данных, поступающих от датчиков центробежного ускорения, датчика угловой скорости рыскания, датчика угла поворота рулевого колеса и датчиков скорости вращения колёс система сравнивает, движение по какому радиусу поворота задаёт водитель, по какому радиусу выполняется движение в действительности, или определяет, проворачивается ли какое-либо ведущее колесо. Система оценивает, с какой интенсивностью необходимо подтормаживать проворачивающееся ведущее колесо для того, чтобы второе колесо ведущей оси могло передавать усилие привода через дифференциал на дорожное полотно.



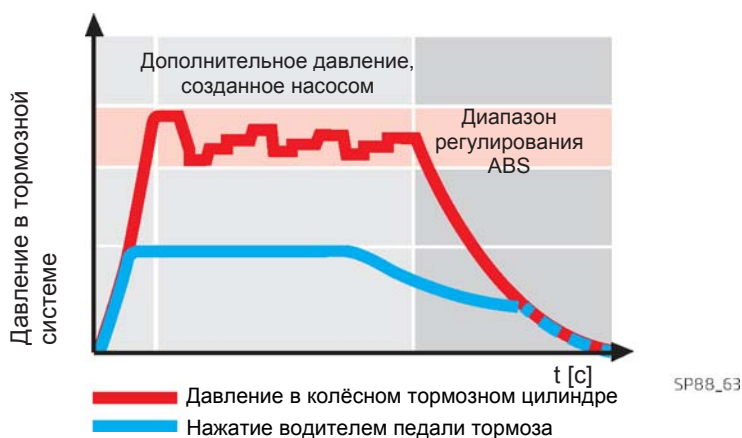
## 15. Гидравлический тормозной ассистент (НВА)

Ассистент НВА помогает водителю в критической ситуации создать максимальное давление в тормозной системе для сокращения тормозного пути.

**Водитель может быть неспособен создать максимальное давление в тормозной системе в первую очередь по следующим причинам:**

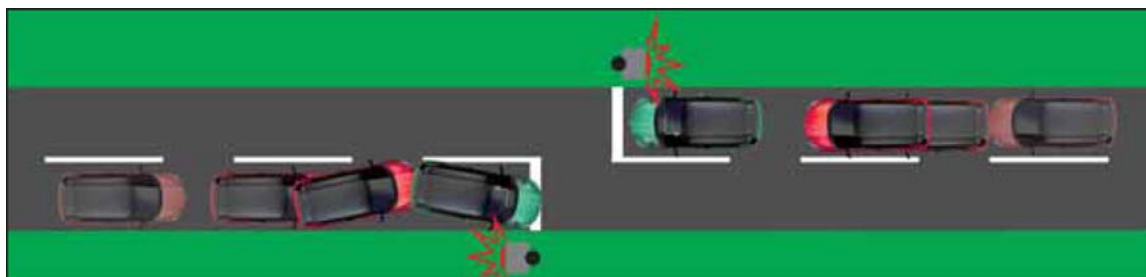
- неправильная регулировка сиденья водителя;
- физические возможности водителя;
- замедленная реакция водителя.

Ассистент НВА распознаёт критическую ситуацию по скорости и нарастанию давления в главном тормозном цилиндре. При срабатывании ассистента торможения давление в тормозной системе увеличивается до срабатывания системы ABS. Благодаря этому обеспечивается максимальная эффективность торможения и обеспечивается значительно более короткий тормозной путь.



Тормозной путь без НВА

Тормозной путь с НВА



SP88\_48

### 15.1. Компоновка

Гидравлический тормозной ассистент НВА представляет собой программное расширение функции ESC. Он не требует дополнительных механических компонентов. Тормозной ассистент использует давление в гидравлическом блоке, датчики скорости вращения отдельных колёс и выключатель стоп-сигналов.

## 15.2. Описание принципа действия НВА

Ассистент НВА активируется в критических ситуациях. Критическая ситуация распознаётся по следующим условиям активации:

1. Водитель выполняет торможение. Выключатель стоп-сигналов передаёт сигнал задействования тормоза.
2. Датчики частоты вращения передают данные о скорости автомобиля.
3. Программа оценивает, с каким усилием была нажата педаль тормоза. Если граничные условия активации превышены, а текущее давление в тормозной системе остаётся ниже необходимого, сохранённого в памяти БУ значения, система автоматически регулирует давление. Блок управления ESC активирует функцию тормозного ассистента и передаёт сигнал на гидравлический блок.

Гидравлическое регулирование осуществляется в три этапа:

### Этап 1. Начало срабатывания ассистента

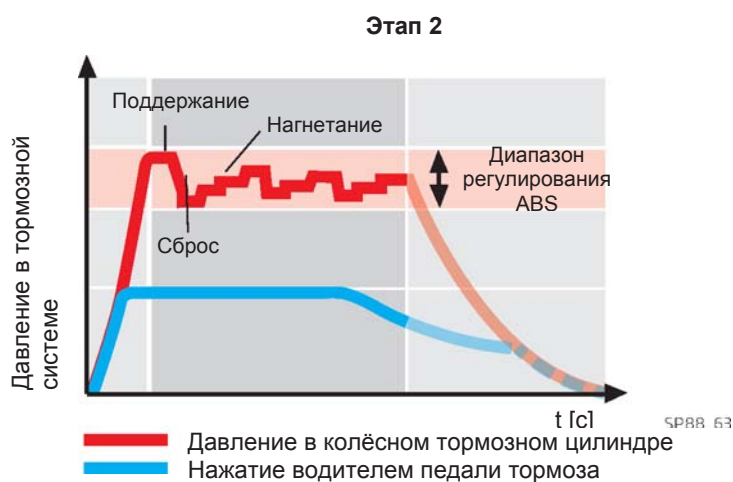
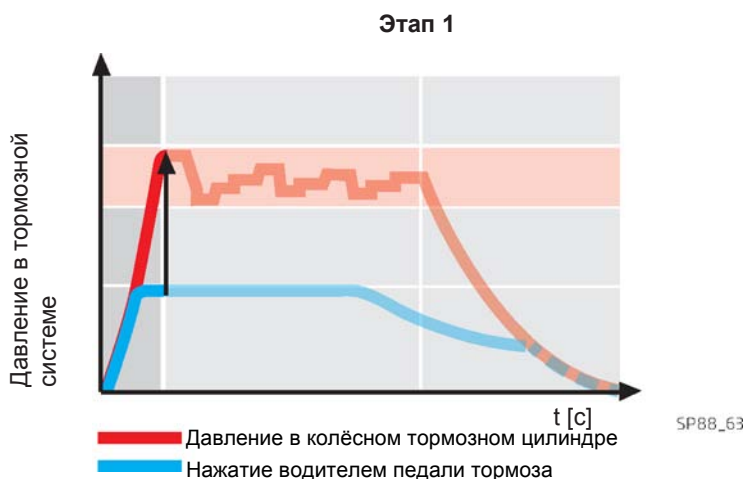
Тормозной ассистент увеличивает давление в тормозной системе. Вследствие активного нагнетания давления очень быстро достигается предел срабатывания системы ABS, в результате чего система ABS срабатывает.

### Этап 2. Срабатывание системы ABS

Система ABS поддерживает давление в тормозной системе ниже порога блокирования колёс.

### Этап 3. Окончание работы тормозного ассистента

Когда водитель уменьшает усилие нажатия педали тормоза или скорость движения снижается ниже заданного минимального значения, условия для активации функции НВА отсутствуют. Блок управления ESC распознаёт, что критическая ситуация разрешена и прекращает работу тормозного ассистента. Повышенное функцией НВА давление в тормозной системе постепенно снижается, пока снова не адаптируется к степени нажатия водителем педали тормоза.



## 16. Функция компенсации падения эффективности торможения Overboost (FBS)

Функция Overboost компенсирует падение эффективности торможения.

Overboost активируется с помощью контроля зависимости замедления автомобиля от давления в тормозной системе.

Давление увеличивается насосом обратной подачи системы ESC только до значения, ограниченного прочностью компонентов системы.

**Эффективность торможения может снизиться по следующим причинам:**

- перегрев тормозов при повторных торможениях (падение эффективности);
- торможение с прицепом;
- загрязнение тормозных колодок.



SP88\_66

## 17. Гидравлический усилитель тормозов (HBV)

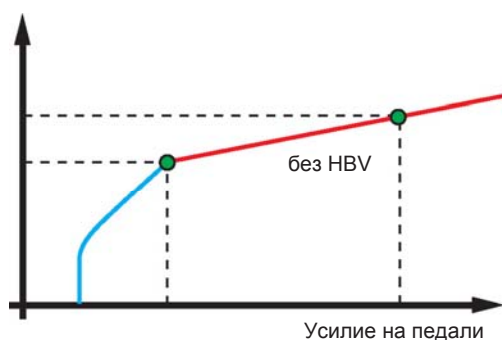
При холодном запуске или прогреве каталитического нейтрализатора у двигателей малого рабочего объёма возможны случаи, когда при открытой дроссельной заслонке разрежение во впускном коллекторе, или усилителе тормозов недостаточное, и водитель не может тормозить с максимальной эффективностью. У двигателей малого рабочего объёма для таких случаев до настоящего времени использовался электрический вакуумный насос (вентилятор), который увеличивал разрежение в усилителе тормозов. Сегодня для этого используется функция HBV, интегрированная в модуль ESC. Эта функция повышает разрежение в усилителе при торможении или создаёт недостающее давление в контурах тормозной системы с помощью насоса модуля ESC.



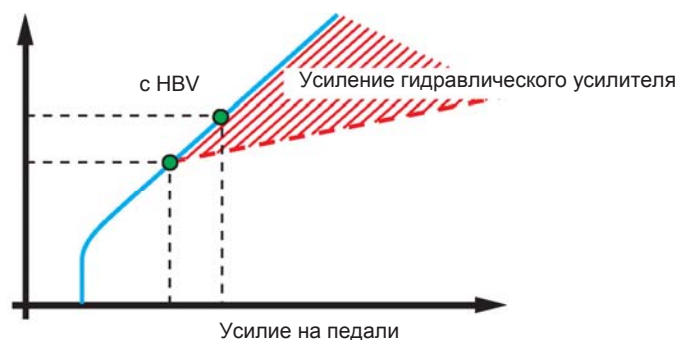
**Дизельные и бензиновые двигатели с рабочим объёмом от 1,8 л серийно оборудуются механическим вакуумным насосом и не требуют применения функции HBV.**

Модуль ESC применяется для повышения давления в тормозной системе до уровня, ожидаемого водителем.

Давление в гидравлической системе тормозного привода



Давление в гидравлической системе тормозного привода



SP88\_61

## 18. Функция стабилизации прицепа (TSA)

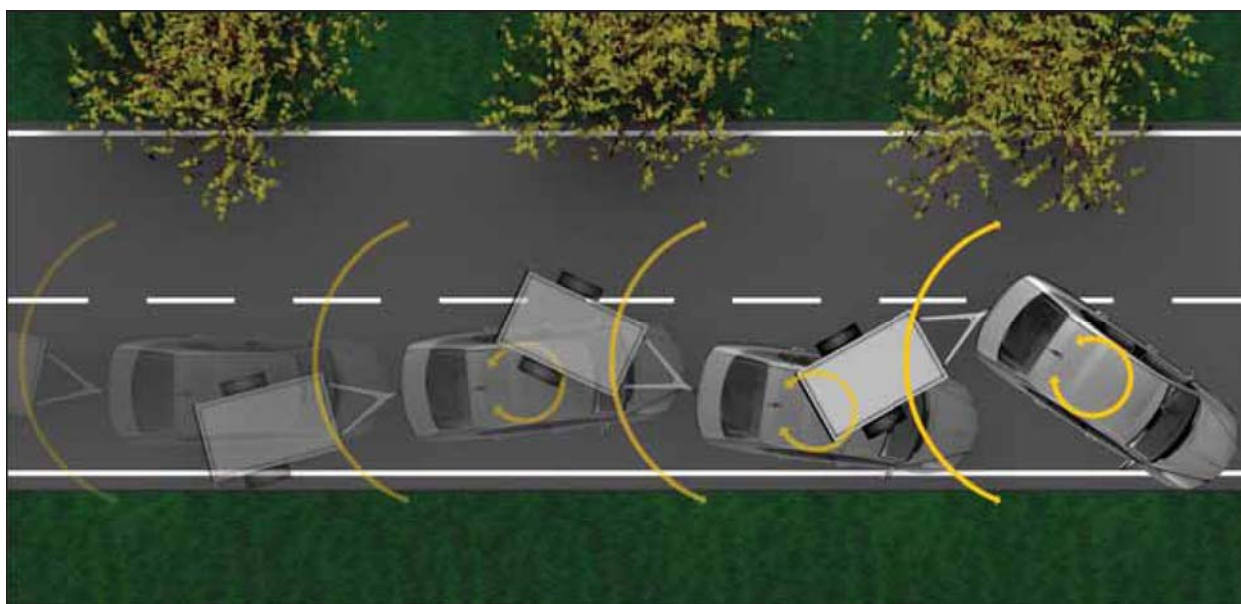
С точки зрения динамики движения автомобиль с прицепом гораздо проще попадает в критическую ситуацию по следующим причинам:

- когда начинается боковая раскачка прицепа (при превышении безопасной скорости или под воздействием бокового ветра), устойчивость автомобиля-тягача нарушается;
- автомобиль-тягач в таком случае за счёт своего движения оказывает обратное воздействие на колебания прицепа, и эти движения попеременно влияют одно на другое, что может привести к заносу и потере контроля над автомобилем.

**Функция TSA стабилизирует автопоезд в два этапа:**

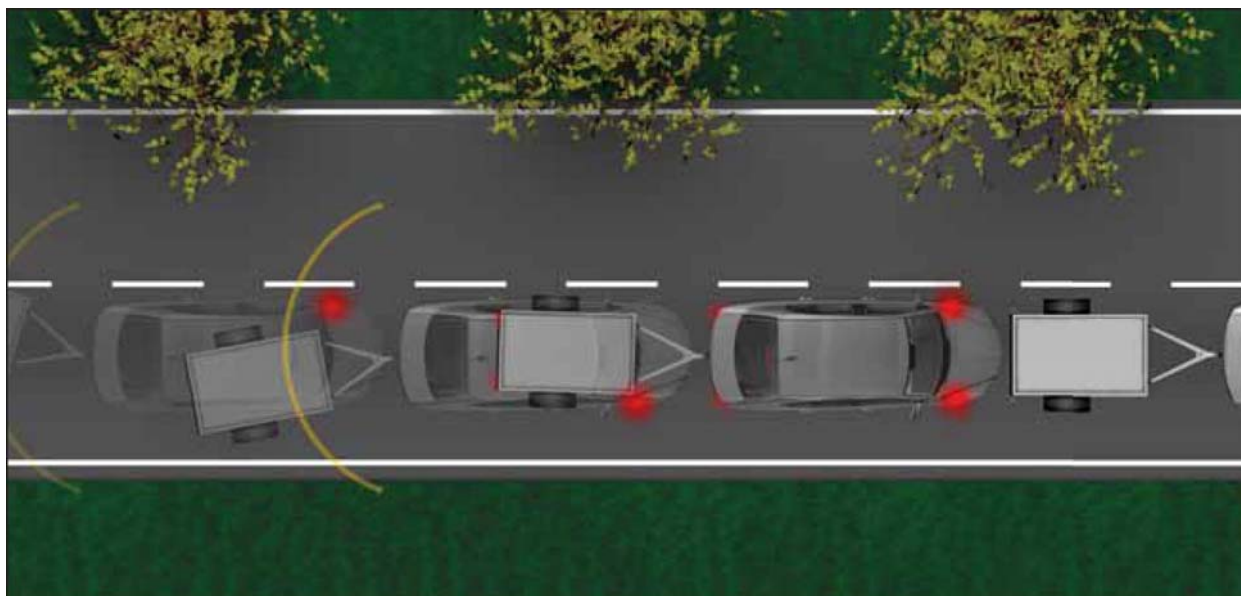
- вначале она стабилизирует прицеп путём попеременного притормаживания отдельных колёс автомобиля-тягача;
- если этого недостаточно, следует стабилизация путём притормаживания всех четырёх колёс автомобиля тягача и с помощью набегающего тормоза прицепа, колёс прицепа при этом автоматически включаются стоп-сигналы.

**Автопоезд без TSA**



SP88\_33

**Процесс стабилизации прицепа с помощью функции TSA**



SP88\_34

## 19. Активный ассистент рулевого управления для улучшения курсовой устойчивости автомобиля (DSR)

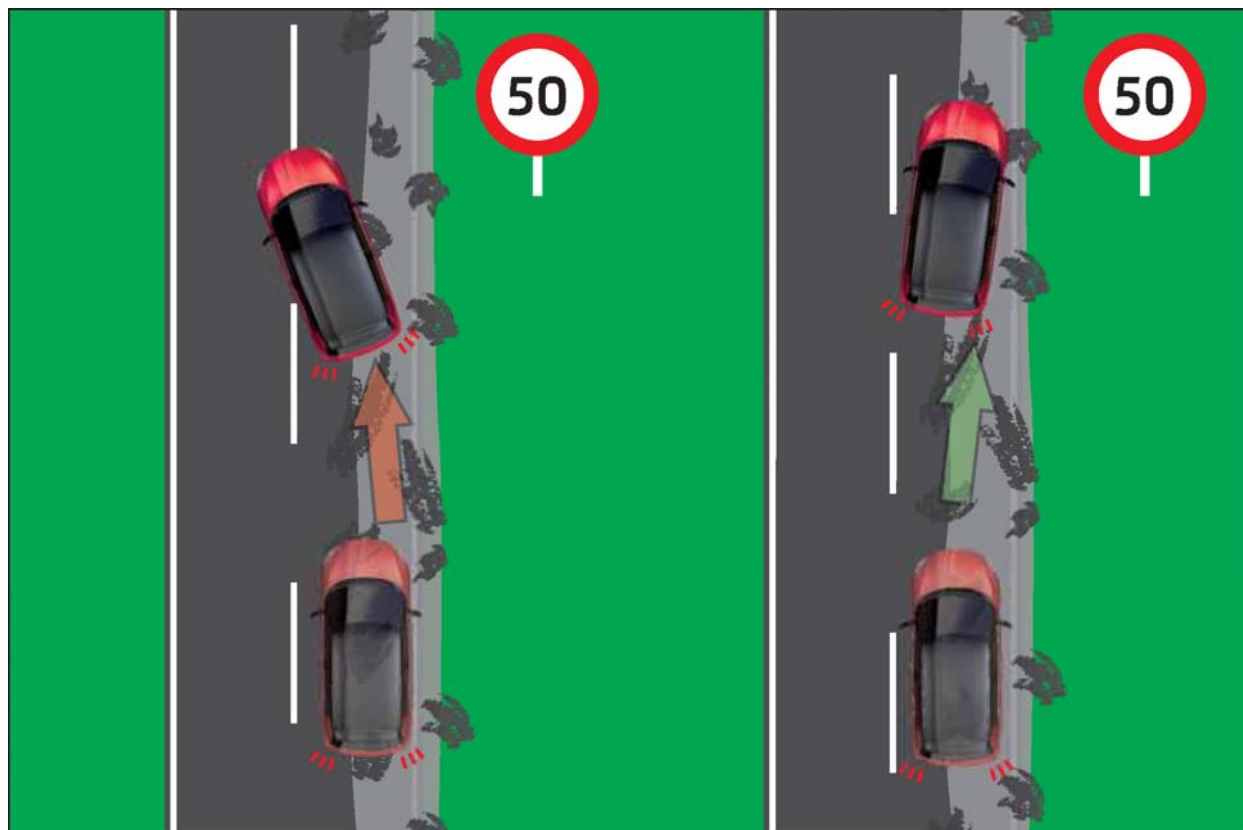
Активный ассистент рулевого управления для улучшения курсовой устойчивости автомобиля, называемый также Drive-Steering Recommendation DSR, представляет собой дополнительную функцию обеспечения безопасности системы ESC. Эта система помогает водителю стабилизировать движение автомобиля в критической ситуации:

- при торможении на дорожном покрытии с разным коэффициентом сцепления на разных сторонах автомобиля;
- при избыточной поворачиваемости;
- при стабилизации прицепа.

Системным условием реализации функции является усилитель рулевого управления, поддерживающий функцию DSR.

### 19.1 Описание принципа действия

К примеру, при торможении автомобиля на дорожном покрытии с разным коэффициентом сцепления для разных сторон автомобиля вследствие различной степени сцепления шин с дорогой возникают поперечные силы и моменты рыскания, которые система регулирования торможения должна минимизировать. Для повышения эффективности стабилизации автомобиля в таком случае востребована помощь ассистента рулевого управления, создающего корректирующий импульс. На основе данных системы ESC, из разницы между значениями пробуксовки и угловой скоростью рыскания рассчитывается необходимый корректирующий импульс ассистента рулевого управления, который должен поддержать действия водителя при повороте рулевого колеса для компенсации заноса. Поддержка действий водителя осуществляется до тех пор, пока она востребована системой ESC, чтобы стабилизировать движение автомобиля и за счёт этого получить возможность сократить тормозной путь. Благодаря этому эффективность стабилизации курсовой устойчивости автомобиля при срабатывании системы ESC повышается. Активный ассистент рулевого управления для улучшения курсовой устойчивости автомобиля в системе ESC поддерживает действия водителя только в критических ситуациях. Тем не менее, и при включении этой функции автомобиль не управляет своим движением самостоятельно!



SP88\_56

## 20. Ассистент трогания на подъёме (НСС)

Облегчает трогание стоящего на подъёме автомобиля.

Когда автомобиль останавливается на подъёме, сила земного притяжения автомобиля действует на наклонную поверхность. Согласно параллелограмму сложения сил, в результате сложения силы земного притяжения и силы реакции опоры возникает сила, действующая под уклон, которая при отпуске тормоза приводит к тому, что автомобиль начинает скатываться назад. Таким образом, когда автомобилю необходимо тронуться на подъёме, вначале он должен преодолеть эту силу,двигающую его назад. Если водитель недостаточно сильно нажмёт педаль акселератора или слишком рано отпустит педаль тормоза, или стояночный тормоз, силы тяги автомобиля будет недостаточно, чтобы преодолеть эту силу. При трогании автомобиль откатывается назад. Для того чтобы облегчить действия водителя в этой ситуации, имеется ассистент трогания на подъёме.

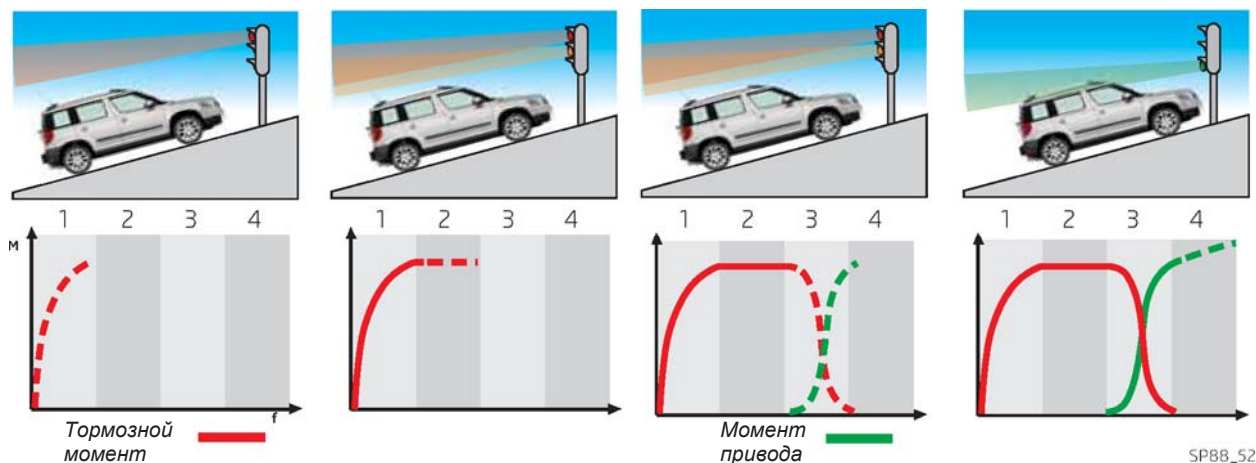
Работа ассистента трогания на подъёме основана на системе ESC. Модуль ESC должен быть оборудован датчиком продольного ускорения, который передаёт данные о положении автомобиля системе. Ассистент демонстрирует статический компонент ускорения силы тяжести датчику продольного ускорения и определяет движение автомобиля.

**Ассистент трогания на подъёме активируется при следующих условиях:**

- автомобиль неподвижен (информация от датчиков частоты вращения колёс);
- дверь водителя закрыта (информация от блока управления систем комфорта);
- двигатель работает (информация от блока управления двигателем).

Ассистент НСС облегчает и трогание на подъём задним ходом.

Ассистент трогания на подъёме всегда работает в сторону подъёма. Функция НСС поддерживает и трогание на подъёме при движении на подъём задним ходом, что распознаётся по включению передачи заднего хода.



### Этап 1. Нагнетание давления

Водитель останавливает автомобиль или удерживает автомобиль в неподвижном положении нажатием педали тормоза.

### Этап 2. Поддержание давления на постоянном уровне

Автомобиль неподвижен. Водитель убирает ногу с педали тормоза, чтобы нажать педаль акселератора. Ассистент трогания на подъёме примерно в течение 1,5 с поддерживает давление в тормозных цилиндрах, для того чтобы автомобиль не откатился назад.

### Этап 3. Снижение давления

Автомобиль продолжает оставаться неподвижным. Водитель нажимает педаль акселератора. В то время, когда водитель увеличивает момент привода, ассистент трогания на подъёме НСС уменьшает давление в тормозной системе таким образом, что автомобиль не откатывается назад, но при этом не создаётся препятствий для последующего трогания автомобиля.

### Этап 4. Сброс давления

Автомобиль трогается с места. Момент привода достаточно велик для того, чтобы двигать автомобиль вперёд. Ассистент трогания на подъёме сбрасывает давление в тормозной системе до нуля. Автомобиль трогается с места.

## 21. Функция удаления влаги с тормозных дисков (BSW)

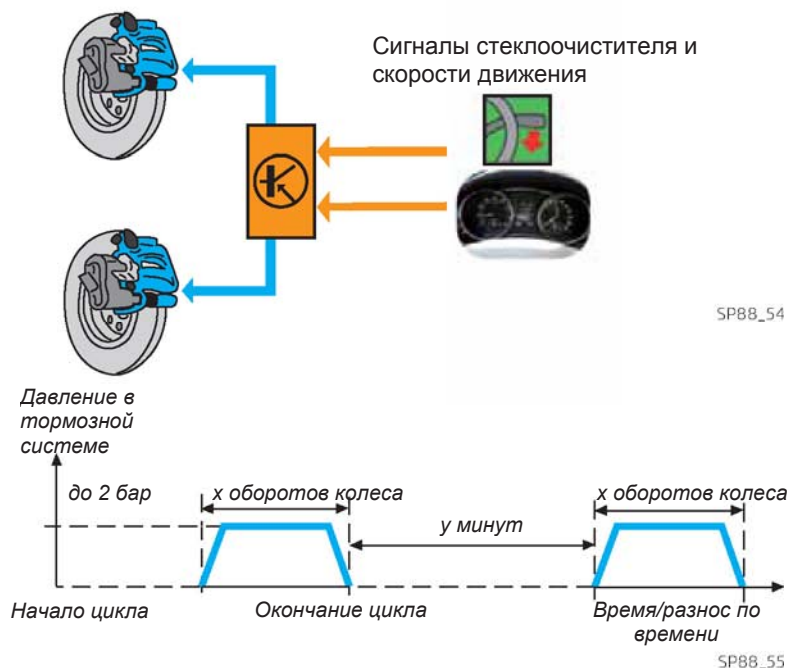
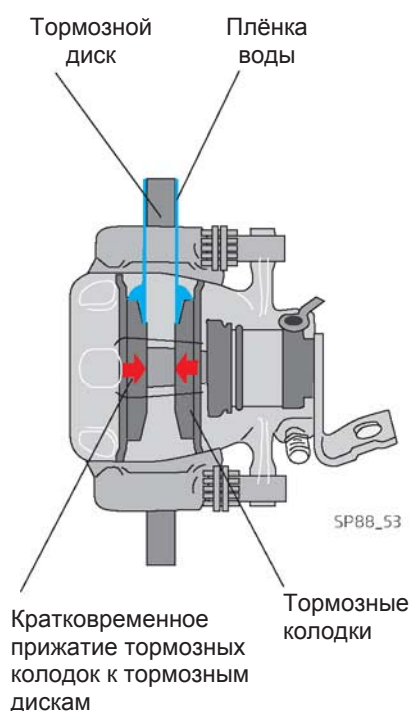
В дождливую погоду на тормозных дисках может образовываться тонкий слой воды. Из-за этой плёнки воды торможение осуществляется с задержкой, потому что тормозные колодки вначале скользят по плёнке воды, пока влага не испарится в результате нагрева тормозов или не будет вытерта тормозными колодками «насухо». Только после этого обеспечивается полная эффективность тормозов.

При торможении в критической ситуации на счету каждая доля секунды. Поэтому была разработана вспомогательная система для просушивания тормозных дисков, чтобы свести задержку торможения при движении в дождливую погоду до минимума. Функция удаления влаги с тормозных дисков BSW заботится о том, чтобы тормозные диски оставались сухими и чистыми. Это достигается за счёт кратковременного, лёгкого прижима тормозных колодок к тормозным дискам, при котором водитель не ощущает замедления автомобиля. Тем самым полная эффективность торможения обеспечивается раньше и тормозной путь сокращается. Условием оборудования автомобиля функцией удаления влаги с тормозных дисков является наличие системы ESC.

### Условия активации функции BSW:

- достижение определённой скорости движения (70 км/ч);
- включённый стеклоочиститель.

Если условия активации выполнены, тормозные колодки тормозов передних колёс при работе стеклоочистителя в непрерывном или прерывистом режиме прижимаются к тормозным дискам через определённые промежутки времени. При этом давление в тормозной системе не превышает 2 бар. При однократном срабатывании стеклоочистителя происходит только одно торможение для удаления влаги.



## 22. Система контроля давления в шинах (TPM)

Сегодня, когда к числу контролируемых величин автомобиля относятся и выбросы CO<sub>2</sub>, важно контролировать правильное давление в шинах.

**В настоящее время существует два способа контроля давления в шинах:**

1. Прямой (использует датчики давления, установленные в колёса).
2. Косвенный (использует для определения низкого давления в шине датчик частоты вращения колеса).

В автомобилях марки ŠKODA применяется косвенный способ контроля давления в шинах. В настоящее время функция может быть интегрирована как в систему ABS, так и в систему ESC. В будущем она будет иметься только у системы ESC. В автомобиле имеется клавиша с символом шины.

### 22.1. Описание принципа действия

Система косвенного контроля давления в шинах основывается на математической модели шины, которая является элементом программного обеспечения блока управления. После замены колеса, подкачки шин, или проверки давления в шинах водитель должен нажать клавишу системы TPM, чтобы привести систему в базовое состояние.

Во время последующей поездки математическая модель шины калибруется/адаптируется к новым условиям (при накачивании до нового значения давления). Калибровка, в зависимости от стиля вождения, может занимать до 100 км.

**Система распознаёт падение давления по следующим признакам:**

1. Изменение динамического радиуса шины, который также зависит от скорости вращения колеса.
2. У более современных систем также по изменению собственной частоты (колебаний) боковых стенок шины или изменению всей модели шины.

Если система определит для одного из колёс отклонение характеристик шины от калиброванного состояния, водитель предупреждается об этом загоранием контрольной лампы в комбинации приборов и звуковым сигналом. Однако система не информирует о том, у какого колеса возникло отклонение.

#### Влияние давления в шине на форму шины



SP88\_61

## 23. Ассистент движения на спуске (на бездорожье)

Ассистент движения на спуске при движении на крутых спусках как передним, так и задним ходом, путём активно регулируемого подтормаживания всех четырёх колёс поддерживает постоянную скорость автомобиля. Он препятствует блокированию колёс, поскольку система ABS остаётся активной. О готовности ассистента движения на спуске сигнализирует контрольная лампа на дисплее передней панели.

Во время активного срабатывания ассистента водитель может в любой момент изменить скорость движения, нажав педаль тормоза или педаль акселератора, в том числе и на нейтральной передаче.

### 23.1. Условия активации

#### Механическая коробка передач

- двигатель работает, включена 1-, 2-, 3-я передача, передача заднего хода или нейтральная передача;
- постоянно регулируемая, поддерживаемая ассистентом скорость движения (зависит от КП или типа двигателя):
  - 1-я передача — примерно 8\*–30 км/ч;
  - 2-я передача — примерно 13\*–30 км/ч;
  - 3-я передача — примерно 22\*–30 км/ч;
  - передача заднего хода — примерно 9\*–30 км/ч;
  - нейтральная передача (при движении передним и задним ходом) — примерно 2–30 км/ч.

\* Приведенные значения представляют собой средние значения нижнего предела скорости при включённой передаче, которые зависят от вида коробки передач и типа двигателя.

#### Автоматическая КП

- двигатель работает, и селектор АКП установлен в положение R, N, D, S или положение для режима Tiptronic;
- постоянно регулируемая, поддерживаемая ассистентом скорость движения (зависит от КП или типа двигателя):
  - движение передним ходом при установке селектора в положение D, S или Tiptronic для 1-, 2-, 3-й передач — примерно 2–30 км/ч;
  - движение задним ходом при установке селектора в положение R — примерно 2–30 км/ч;
  - селектор в положении N, при движении передним и задним ходом — примерно 2–30 км/ч.
- скорость движения до 30 км/ч (при скорости выше 30 км/ч переход в режим ожидания);
- уклон больше 10 % (кратковременно 8 %).

### 23.2. Условия отключения

- уклон меньше 8 %;
- нажатие педали тормоза или педали акселератора (отклонение от диапазона скорости активации).

Условием, тем не менее, является наличие достаточных сцепных характеристик у поверхности. Ассистент движения на спуске по физическим причинам неправильно работает на скользких поверхностях (лёд или жидкая грязь).

### 23.3. Ассистент движения на спуске — активация функции

#### А

- Наклон автомобиля примерно 10 % — первое срабатывание ассистента.
- Скорость, с которой автомобиль движется в данный момент, регистрируется ассистентом и поддерживается на неизменном уровне.

#### В

- Поддерживаемая ассистентом на неизменном уровне скорость движения под уклон.

О срабатывании ассистента сигнализирует мигание контрольной лампы или пульсация педали тормоза, схожая с пульсацией педали при срабатывании системы ABS.



SP88\_57

### 23.4. Ассистент движения на спуске — проезд перегибов рельефа

При проезде перегибов рельефа на спуске во время работы ассистента движения на спуске наклон автомобиля может на короткое время уменьшаться до 8 %.

#### А

- Поддерживаемая ассистентом на неизменном уровне скорость движения под уклон.

#### В

- Кратковременное уменьшение наклона автомобиля до 8 % — ассистент продолжает работать (неконтролируемое ускорение движения автомобиля не возникает).

#### С

- Автомобиль продолжает движение на спуске с равномерной, поддерживаемой ассистентом на неизменном уровне скоростью, как и до выезда на перегиб местности.



SP88\_58

## 24. Функция ABS-Offroad

ABS-Offroad представляет собой оптимизированную систему ABS в модуле ESP для торможения на поверхностях, не имеющих твёрдого покрытия. С помощью функции ABS-Offroad тормозной путь на дороге без покрытия, например, на гравии или песке, может быть уменьшен. Сокращение тормозного пути обеспечивается за счёт кратковременного, контролируемого блокирования передних колёс. Из-за скопления рыхлого покрытия под колёсами возникает так называемый тормозной клин, который увеличивает эффективность торможения и таким образом сокращает тормозной путь. При срабатывании системы ABS-Offroad автомобиль полностью сохраняет управляемость. Функция доступна до скорости 50 км/ч.



SP88\_59



SP88\_60

## 25. Функция EDS-Offroad

Функция EDS-Offroad представляет собой оптимизированную функцию EDS. Функция EDS-Offroad улучшает тягу автомобиля при движении по поверхности с различными характеристиками сцепления под ведущими колёсами или при проезде неровностей. Проворачивающиеся колёса (в т. ч. при диагональном вывешивании, на обеих осях) подтормаживаются быстрее и интенсивнее, чем при работе функции EDS в стандартном режиме. Функция доступна до скорости примерно 30 км/ч.



SP88\_03

## 26. Функция ASR-Offroad

Функция ASR представляет собой оптимизированную функцию ASR, которая облегчает трогание на поверхности без покрытия. Настройки системы ASR для стандартного режима эксплуатации предусматривают сильное ограничение пробуксовки колёс, чтобы сохранить управляемость автомобиля. Функция ASR-Offroad оптимизирована таким образом, что система привода обеспечивает трогание автомобиля и на поверхности без покрытия, и при этом автомобиль не застревает в ней. Во время пробуксовки ведущих колёс крутящий момент двигателя ограничивается не так интенсивно, как в случае настроек для движения по дорогам с покрытием. Функция доступна до скорости примерно 30 км/ч. Функция ASR-Offroad в сочетании с функцией EDS-Offroad обеспечивает эффективную поддержку тяги для трогания автомобиля на поверхности без покрытия.



5P88\_02

## 27. Ассистенты торможения и законодательство

### 11/2011

Обязательное наличие системы ESC в комплектации заново омологированных легковых автомобилей в рамках ЕС.

### 11/2013

Обязательное внедрение системы ESC в комплектацию всех легковых автомобилей в рамках ЕС.

### 11/2012

Обязательное включение системы TPM в комплектацию заново омологированных легковых автомобилей в рамках ЕС, из-за влияния давления в шинах на расход топлива и выбросы CO<sub>2</sub>.

### 11/2014

Обязательное включение системы TPM в комплектацию всех новых легковых автомобилей в рамках ЕС, из-за влияния давления в шинах на расход топлива и выбросы CO<sub>2</sub>.

### 1/2012

Обязательное включение системы ESC в комплектацию новых легковых автомобилей в США.

## Глоссарий

### **ABS**

(от нем.: *Antiblokiersystem*)  
Антиблокировочная система.

### **ASR**

(от нем.: *Antriebsschlupfregelung*)  
Антипробуксовочная система.

### **BSW**

(от нем.: *Bremsscheibenwischer*)  
Функция удаления влаги с тормозных дисков.

### **CBC**

(от англ.: *Cornering Brake Control*)  
Функция стабилизации при торможении в повороте.

### **DSR**

(от англ.: *Driver Steering Recommendation*)  
Активный ассистент рулевого управления для улучшения курсовой устойчивости автомобиля.

### **EBV**

(от нем.: *elektronische Bremskraftverteilung*)  
Система электронного распределения тормозных сил.

### **EDS**

(от нем.: *elektronische Differentialsperre*)  
Электронная блокировка дифференциала.

### **ESC**

(от англ.: *Electronic Stability Control*)  
Электронная система поддержания курсовой устойчивости; то же самое, что и ESP.

### **ESP**

(от нем.: *Elektronisches Stabilitätsprogram*)  
Электронная система поддержания курсовой устойчивости.

### **FBS**

(от англ.: *Fading Brake Support*)  
Функция компенсации падения эффективности торможения.

### **GMB**

(от нем.: *Giermomentbeeinflussung*)  
Функция снижения момента сил, вызывающих рыскание автомобиля.

### **HBA**

(от англ.: *Hydraulic Brake Assist*)  
Гидравлический тормозной ассистент.

### **HBV**

(от нем.: *hydraulische Bremskraftverstärkung*)  
Гидравлический усилитель тормозов.

### **HHC**

(от англ.: *Hill Hold Control*)  
Ассистент трогания на подъеме, противооткатная система

### **MSR**

(от нем.: *Motorschleppmomentregelung*)  
Система регулирования крутящего момента при торможении двигателем.

### **TPM**

(от англ.: *Tire Pressure Monitoring*)  
Система контроля давления в шинах.

### **TSA**

(от англ.: *Trailer Stability Assistant*)  
Функция стабилизации прицепа.

### **XDS**

(от нем.: *elektronische Differentialsperre*)  
Расширенная электронная блокировка дифференциала.

## Примечания

## Примечания